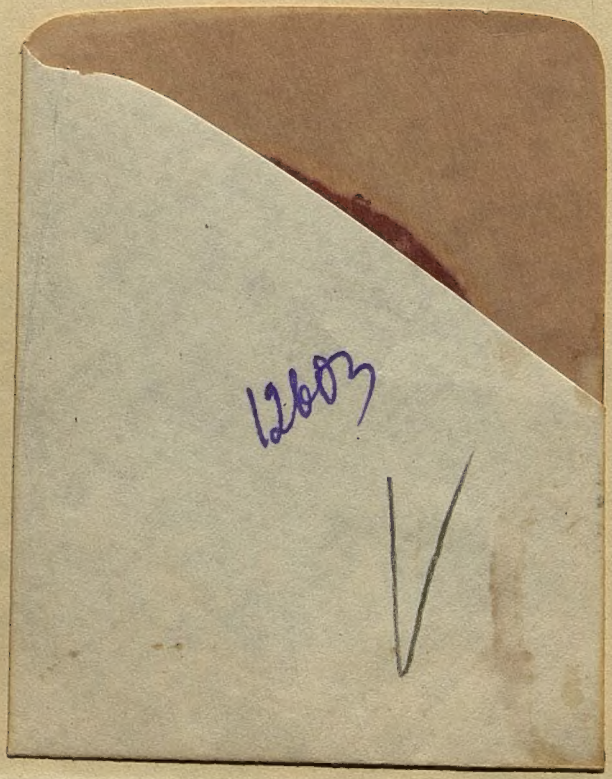
Б. П. АЛИСОВ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН


12603

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА
Научно-исследовательский институт географии

Б. П. АЛИСОВ

ПРОВЕРЕНО 51 г.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

12603

БИБЛИОТЕКА
Г. Ш ВМС СССР

ФИЛИАЛ
Центральной ВМБ

Проверено 2015

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА — 1950

ПРОВЕРЕНО 1956 г.

ПРОВЕРЕНО 54 г.

ПРОВЕРЕНО 1960 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга предназначена для лиц, знакомых с основами метеорологии и климатологии: для научных работников, аспирантов и студентов старших курсов.

Задачей книги является обобщить имеющиеся данные о климатообразующих процессах в единую закономерную систему и показать возможность расчета (прогноза) климатических условий, исходя из географической широты места, атмосферной циркуляции и особенностей подстилающей поверхности (в широком смысле этого слова). Прежде всего это имеет познавательную ценность. Затем расчет (прогноз) климатических условий, производимый на генетической основе, предусматривает весь комплекс явлений погоды, свойственный данному климату, и, таким образом, позволяет дать более полную климатическую характеристику, чем это можно получить из средних данных, помещаемых обычно в справочниках. Наконец, возможностью подобного расчета облегчается задача контроля материала отрывочных наблюдений для местностей, недостаточно освещенных в климатическом отношении, что может иметь большое практическое значение.

Материалами для составления книги послужили не только современные исследования, произведенные с помощью фронтологического метода, но и работы крупнейших климатологов дофронтологического периода: А. И. Воейкова, Ю. Ганна, В. Кеппена и др., особенно А. И. Воейкова, обладавшего исключительным талантом проникновения в физическую сущность климатологических явлений. При климатическом районировании, помимо метеорологических, использованы там, где это было необходимо, показатели почвенные и ботанические.

В настоящем описании мы стоим на той точке зрения, что географические особенности атмосферной циркуляции могут служить показателем, однозначно определяющим весь ком-

плекс климатообразующих процессов для той или иной географической области. Но отсюда не следует, что атмосферную циркуляцию надо считать наиболее важным элементом климата. Мы используем ее, главным образом, как климатический индекс, наиболее полно отвечающий всей сумме климатообразующих факторов.

Считаем необходимым сделать также оговорку, что в данной работе речь идет только о «климате», определяющем общий режим погоды (включая в понятие погоды и общие условия радиационного баланса). Это не значит, конечно, что мы вообще хотим рассматривать климат в отрыве от микроклимата. «Климат» и «микроклимат», т. е. многолетний режим погоды и проявления этой погоды вблизи земной поверхности в сфере влияния разнообразных местных факторов, очевидно, не могут быть отделены друг от друга.

Задачей нашей книги, как было выше указано, является обоснование общей схемы, описание же местных особенностей климата переносит центр тяжести от причин общих к причинам частным, хотя в отдельных случаях, может быть, и очень важным. В этом, нам кажется, нет необходимости еще и потому, что описанию «климатических условий», в тесном значении этого слова, посвящено достаточно много работ регионального характера.

В основу климатического районирования положено: 1) выделение климатических широтных поясов (зон) в основном как очагов формирования зональных типов воздушных масс; 2) выделение в пределах каждого пояса климатических областей, характеризующихся тем или иным комплексом воздушных масс (не только в смысле зональных типов воздушных масс, но также морских и континентальных).

Под «воздушными массами» мы понимаем крупные, имеющие географическое значение, воздушные течения, в которых переносятся (и постепенно меняют свои первоначальные свойства) массы воздуха, обладающие тем или иным комплексом физических свойств, определяемым географическим происхождением этих масс. Под «очагами формирования» воздушных масс следует понимать обширные географические районы, играющие роль как бы истоков указанных течений. В этих районах воздух приобретает определенные физические свойства (запас тепла, влагосодержание, запыленность и др.) под действием условий радиационного баланса и свойств подстилающей поверхности.

Внутри климатических областей, вообще говоря, предусматривается деление на климатические районы, выделяемые по формам циркуляции, преобладающим в той или иной части климатической области и оказывающим влияние на общий режим погоды. Однако столь детальное описание климатических процессов земного шара помешало бы четкости изложения

общей схемы, да и практически далеко не всюду могло бы быть проведено за недостатком данных.

Климатическое районирование океанов произведено кандидатом географических наук А. И. Соркиной. Ею же написаны и главы VIII, IX и X, содержащие климатическое описание океанов, за исключением полярных областей.

В списке литературы, приложенном в конце книги, помещена не только цитированная в тексте литература, но и вообще наиболее важные работы по климатографии мира и отдельных стран.

Условные обозначения
на помещенных в тексте синоптических картах

○	Ясно		Фронт окклюзии
◉	Пасмурно		Теплый фронт
	Слабый ветер до 2 балл.		Холодный фронт
	Сильный ветер—6 балл.	Н	Низкое давление
	Порывистый ветер	В	Высокое давление
	Облака чижние	*1000*	Давление в миллибарах
	„ низкие слоистые	−10	Температура
≡	Туман	*АВ*	Арктический воздух
:	Дождь	*ПВ*	Полярный воздух
p	Ливневые осадки	*ТВ*	Тропический воздух
*	Снег	*ЭВ*	Экваториальный воздух
**	Сильный снег		
	Метель		

ГЛАВА I

ВВЕДЕНИЕ

ШИРОТНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПОЯСА И ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КЛИМАТА

География климатов изучает распределение климатических условий на земной поверхности, устанавливает на основании этого изучения типы климатических режимов, выясняет причины их формирования и определяет их территориальные границы.

Цель этой науки надо видеть в построении ясной, закономерной картины географического размещения климатов, которой была бы полностью обеспечена возможность расчета условий для любой малоизученной в климатическом отношении области, любого неосвещенного географического района.

Весьма сложной задачей является достаточно полное описание климата. В качестве основного материала для этой цели мы в настоящее время располагаем осредненными статистическими данными о годовом ходе метеорологических элементов в различных частях земного шара, которые дают общее представление о климате, но мало говорят о «погоде», из различных состояний которой за долгий ряд лет и складывается по существу климат той или другой местности. Нередко встает при этом вопрос о недостаточной надежности данных, полученных статистическим путем, что вытекает из особенностей самого предмета описания, т. е. климата. Ежегодные колебания климатического режима, зависящие от изменчивости атмосферной циркуляции, происходят с трудно уловимой закономерностью и не совпадают в своих фазах в различных частях земного шара, и поэтому только длительные ряды наблюдений могут представить хорошо сравнимый материал.

Климат не является чем-то неизменным, однажды сложившимся и претерпевающим лишь время от времени некоторые колебания. Процесс климатообразования совершается непрерывно и каждый год дает все новые в этом смысле «наслое-

ния», из которых и складывается «многолетний» режим. Однако «многолетний» период в применении к понятию климата не может беспредельно расти, так как факты убеждают, что с течением времени климат любой географической области подвергается изменению в одних случаях более быстрому, в других — очень медленному. Таким образом, для каждой эпохи должен существовать свой «многолетний» период, определяющий климат на протяжении все же нескольких, а может быть, и многих веков. Возможная (максимальная) длительность климатологического многолетнего периода зависит от темпа векового изменения климата; достаточная (минимальная) — определяется значительностью и частотой возможных отклонений метеорологического режима в отдельные годы от многолетнего среднего.

Сеть климатологически однородных станций сравнительно редка, и поэтому статистические обобщения должны подтверждаться физическими соображениями, в правильности которых в свою очередь мы можем быть убеждены только тогда, когда становится ясен механизм возникновения тех или иных явлений.

Таким образом, при описании климата наряду со статистикой необходимо обращаться к синоптической стороне климатических явлений, ставящей эти явления в связь с циркуляцией атмосферы. Под климатическими явлениями в данном случае понимаются процессы, вызывающие характерные состояния погоды или последовательную смену их, как, например, вхождение холодной воздушной массы с предшествующим прохождением холодного фронта, радиационное охлаждение, или, наоборот, прогревание воздушных масс в антициклонах и пр.

Подобным образом следует поступать при установлении типов климата. Тип климата определяется характером климатических процессов, зависящих от географической широты, характера подстилающей поверхности (в достаточно широком смысле) и условий атмосферной циркуляции. Все это вместе взятое определяется географическим положением местности, а сходным географическим положениям соответствуют близкие по своей природе климаты. Таким образом, тип климата является неразрывно связанным с общегеографическими условиями.

Прежде чем перейти к описанию различных типов климата, необходимо уточнить понятие о климатических широтных поясах. Климатическое влияние географической широты в основном может быть учтено характером (типом) преобладающих воздушных масс, и в этом смысле в каждом полушарии можно выделить четыре пояса: 1) пояс экваториального воздуха, 2) пояс тропического воздуха, 3) пояс воздуха умеренных широт (по международной метеорологической номенкла-

туре — полярного воздуха), 4) области арктического и антарктического воздуха.

В дальнейшем для краткости мы будем называть эти пояса соответственно: пояс экваториальный, пояс тропический, пояс умеренных широт или умеренный, пояса арктический и антарктический. В каждом поясе под влиянием суши и моря формируются континентальные и морские подтипы воздушных масс.

В связи с сезонными перемещениями воздушных масс и фронтов выделяются три промежуточных пояса между указанными основными: 1) пояс экваториальных муссонов, который может быть назван также субэкваториальным, 2) субтропический и 3) субарктический (южный полярный — субантарктический).

Систему распределения климатических поясов можно представить в следующем виде на двух меридиональных разрезах, соответствующих летнему и зимнему времени года (рис. 1). Летом северного полушария область наибольшего нагревания земной поверхности лежит к северу от экватора. Эта область является зоной встречи экваториального и тропического воздушных течений, и с ней связано положение тропического фронта. Запасы экваториального воздуха пополняются тропическим воздухом (пассатом) южного полушария, который в области экватора трансформируется в экваториальный воздух. Зимою тропический воздух северного полушария в северо-восточном пассатном течении достигает области экватора и также трансформируется в воздух экваториальный. Таким образом, вблизи экватора в течение всего года преобладающей воздушной массой является экваториальный воздух. В пределах этой полосы, можно считать, и располагается пояс экваториальный (*1* на рис. 1).

К северу от пояса экваториального воздуха располагается переходный пояс экваториальных или субэкваториальных муссонов (*2*), в которых летом распространяется экваториальный воздух — экваториальный муссон северного полушария, зимой—тропический, являющийся пассатом северного полушария.

Северной границей субэкваториального пояса служит летнее положение тропического фронта.

Летом и зимой южного полушария аналогичное положение имеет место к югу от экватора. В дальнейшем, для краткости, будем говорить только о северном полушарии.

К северу от пояса экваториальных муссонов находится пояс тропического воздуха (*3*), в котором во все сезоны года преобладающей массой является тропический воздух. Южной границей этого пояса является летнее положение тропического фронта, северной — зимнее положение полярного фронта.

Между тропическим поясом и поясом умеренным располагается переходный субтропический пояс (*4*), в котором летом

Рис. 1. Климатические широтные пояса (зоны). Вертикальные разрезы через нижнюю тропосферу в июле и в январе. *1* — пояс экваториального воздуха, *2* — пояс экваториальных муссонов, *3* — пояс тропического воздуха; *4* — пояс субтропический, *5* — пояс воздуха умеренных широт, *6* — пояс субарктический (субантарктический), *7* — пояс арктического (антарктического) воздуха; ТФ — тропический фронт; ПФ — полярный фронт; АФ — арктический (антарктический в южном полушарии) фронт

преобладает тропический воздух, зимой — воздух умеренных широт (полярный). Границами субтропического пояса служат: южной—зимнее положение полярного фронта, северной — летнее положение того же фронта.

Далее к северу располагается пояс преобладания воздушных масс умеренных широт (*5*). Южной границей его служит летнее положение полярного фронта, т. е. среднее положение летней границы распространения к северу тропического воздуха. Северной границей — зимнее положение арктического фронта, являющееся средним положением границы продвижения к югу арктического воздуха в зимнее время года.

Между поясом умеренным и областью, занятой преимущественно арктическим воздухом, лежит переходный пояс — субарктический (*6*). Летом в этом поясе преобладает воздух умеренных широт, зимой — арктический. Границами субарктического пояса служат зимнее и летнее положение арктического

фронта, подобно тому, как зимнее и летнее положения полярного фронта определяют границы субтропического пояса.

Последним к северу климатическим поясом является пояс или, лучше сказать, область арктического воздуха (7), в которой он формируется и в которой он имеет преобладающее значение в течение всего года. Южной границей этой области служит летнее положение арктического фронта, т. е. средний предел распространения к северу воздуха умеренных широт в летнее время.

Все сказанное, с соответствующими изменениями, относится также к южному полушарию.

На фоне описанных широтных климатических поясов, определяемых в основном условиями солярного климата и являющихся главнейшими очагами формирования воздушных масс тропосферы, возникают под действием атмосферной циркуляции и подстилающей поверхности различные климатические режимы или типы климатов. Влияние атмосферной циркуляции находит в известной мере свое отражение также и в распределении климатических поясов; в особенности это относится к переходным поясам, которые возникают под действием, главным образом, сезонных изменений атмосферной циркуляции.

В каждом поясе необходимо различать по крайней мере четыре основных типа климата: континентальный, океанический и два прибрежных — западных и восточных берегов. Исключение представляет экваториальный пояс, в котором различие между континентальным и океаническим типами настолько невелико, что не выявляются и береговые типы.

Различие между континентальными и океаническими типами вызывается, главным образом, влиянием подстилающей поверхности. Особенности же западных и восточных прибрежных типов зависят от условий атмосферной циркуляции.

Переходим к описанию основных типов климата, формирующихся в различных широтных поясах.

ПОЯС ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ВОЗДУХА

Основным процессом в экваториальном поясе является увлажнение тропического воздуха, притекающего в пассатах. Процесс увлажнения воздушных масс в области экватора идет почти с одинаковой интенсивностью как над океанами, так и над обширными массивами влажных экваториальных лесов и потому нет и существенных различий в физических свойствах морского и континентального экваториального воздуха. Более или менее однородны здесь и условия циркуляции.

Экваториальный воздух формируется главным образом в экваториальной зоне слабых ветров под действием больших в течение всего года сумм тепла солнечной и атмосферной

радиации. Благодаря этому годовой ход температуры в этой воздушной массе мало выражен, и годовые амплитуды температуры меньше суточных. Значительная часть тепла, заключенного в экваториальном воздухе, расходуется на испарение и переходит в скрытое состояние (абсолютная влажность может превышать 30 г на 1 куб. м); температура воздуха в приземном слое поэтому редко поднимается выше 30—35°, а средние температуры месяцев колеблются в пределах 25—28°. В связи с большой влажностью экваториального воздуха велико излучение атмосферы к земной поверхности, и ночные минимумы даже при ясном небе редко опускаются ниже 20°; суточная амплитуда температуры лишь в редких случаях превышает 15°. Однако, несмотря на небольшие суточные колебания температуры, часто наблюдаются ночные туманы, которые являются результатом большой влажности воздуха и образуются даже при сравнительно небольшом падении температуры ночью.

Характерной особенностью экваториального воздуха является большой запас энергии влажнонеустойчивости при благоприятных для ее разрешения условиях вертикальной стратификации воздуха. В связи с этим конвективные осадки в областях, занятых экваториальным воздухом, имеют исключительно большое значение, тем более что вблизи экватора фронтальные явления редки. Осадки в экваториальном типе климата, являясь, главным образом, осадками термической конвекции, носят ливневой характер, сопровождаются нередко сильнейшими грозами и выпадают почти всегда во вторую половину дня.

Над океанами конвективные осадки выпадают нередко ночью, так как в это время, в связи с охлаждением верхних слоев воздуха, происходит усиление конвекции.

Несмотря на высокое влагосодержание экваториального воздуха, общее количество осадков в экваториальном климате не слишком велико (1 000—3 000 мм в год). Это объясняется тем, что толчком к развитию конвекции влажнонеустойчивости служит не динамический подъем больших масс воздуха (по поверхности фронта), а нагревание подстилающей поверхности, вызывающее образование отдельных восходящих струй.

Следует указать на обилие света как прямого, так и рассеянного, являющееся результатом высокого положения над горизонтом солнца, большой влажности воздуха и наличием кучевых облаков с ярко освещенными краями. Облачность имеет ярко выраженный суточный ход с максимумом после полудня, что должно заметным образом снижать термический эффект инсоляции в приземном слое.

Условия погоды в областях, занятых экваториальным воздухом, характеризуются чередованием, главным образом,

двух типов: 1) относительно тихой погодой с развитием кучевой облачности и 2) термическими грозами, часто сопровождающимися бурями местного характера. В более дождливые сезоны (связанные частью с положением солнца в зените) преобладает второй тип погоды, в относительно сухие периоды — первый. Однако и под экватором возможны в редких случаях кратковременные вхождения воздуха умеренных широт (морского), сопровождающиеся типичной погодой холодного фронта.

Приводим на рис. 2 годовой ход основных метеорологических элементов в экваториальных типах климата.

Как видно из рисунка, отличительной особенностью температурного режима является очень ровный годовой ход температуры; годовая амплитуда (разность между средними температурами наиболее теплого и наиболее холодного месяцев) обычно не превышает 5°.

В связи с большим испарением велика влажность воздуха, которая даже в относительно сухие месяцы над континентом составляет около 70%, настолько значительны запасы влаги в почве.

Годовой ход осадков довольно разнообразен, но в большинстве случаев зимой (в соответствующем полушарии) наблюдается относительно сухой период, продолжающийся 1—2 месяца, который вызывается усиленным притоком пассатных масс. Иногда замечается и более короткий, чем зимний, летний засушливый период, кото-

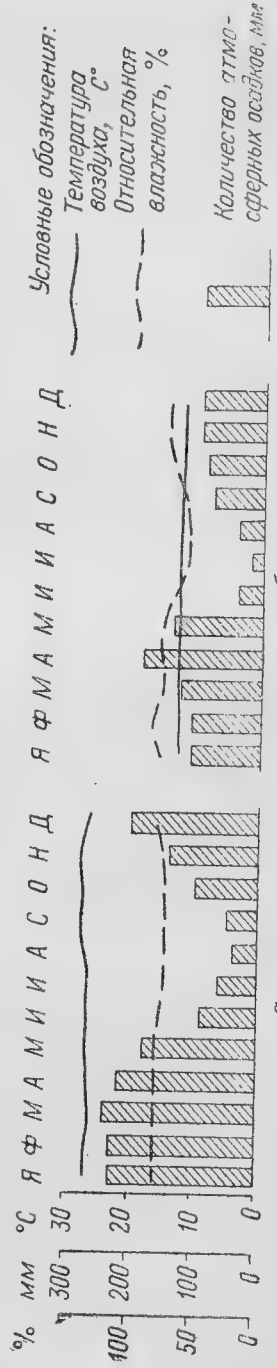


Рис. 2. Примеры годового хода температуры влажности и осадков в климатах экваториального пояса:
а — климат континентальный экваториальный (Манаос 3° 7′ ю. ш., 60° 2′ з. д.); б — климат высокогорный экваториальный (Кито 0° 12′ ю. ш. 78° 30′ з. д. 2 850 м

рый объясняется перетеканием через экватор пассата другого полушария. На экваторе наиболее дождливы месяцы, близкие к моментам равноденствий. Отчасти это зависит от высокого положения солнца в это время, но не менее важным обстоятельством является также и то, что в периоды, близкие к равноденствию, давление распределяется более или менее симметрично по обе стороны от экватора и развитие конвекции в экваториальной зоне не нарушается пассатами.

Ход облачности под экватором в общем параллелен ходу осадков.

Влияние рельефа на климат в экваториальном поясе выражается, главным образом, в падении температуры с высотой (в среднем на 0,5° на 100 м), остальной комплекс элементов сохраняет свой характер. Годовая амплитуда температуры с высотой еще уменьшается и в некоторых случаях оказывается даже менее 1°. Рельеф усиливает осадки в местностях, в которых имеются определенно направленные воздушные течения, как, например, юго-западные ветры на Камерунском побережье или южные (в июне — сентябре) и северные (в декабре — марте) на Зондских островах. В тех же местностях, где преобладает характерное вообще для экваториального пояса затишье, не наблюдается значительного изменения осадков ни с высотой, ни в зависимости от экспозиции. Примером, хотя, может быть, и не вполне убедительным, по причине недостаточности наблюдений, могут служить обращенные к долине Амазонки склоны Восточных Кордильер, на которых не замечается особенного увеличения осадков с высотой [1].

Таким образом, климат экваториального пояса отличается большим количеством света, тепла и влаги в течение всего года, что способствует исключительно богатой растительности и в том числе лесов, обильно испаряющих влагу. Наличие влажного вечнозеленого леса является одной из наиболее характерных особенностей экваториального ландшафта.

ПОЯС ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ)

Области экваториальных муссонов лежат между летним и зимним положением тропического фронта в каждом полушарии. Летом по направлению к тропикам распространяется экваториальный воздух — экваториальный муссон, зимним муссоном является течение тропического воздуха к экватору.

Муссонные климаты как бы составлены из двух самостоятельных климатических режимов. Летом, когда дует экваториальный муссон, условия погоды соответствуют экваториальным: возрастает влажность воздуха, уменьшаются суточные

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931

амплитуды температуры, выпадают обильные, преимущественно конвективные осадки. Во время зимнего муссона влажность падает (особенно внутри континентов), возрастает суточная амплитуда температуры, резко снижается количество осадков.

Направление летнего муссона определяется главным образом влиянием барических депрессий, возникающих в это время года над материками. У западных берегов и внутри континента муссон имеет западную составляющую, у восточных — восточную. Встречным течением, с которым экваториальный муссон в нижних слоях взаимодействует как относительно холодная масса, является поток тропического воздуха, имеющий восточную слагающую. У западных берегов континентов и в центральной их части относительно холодный и влажный экваториальный воздух встречается с горячим и сухим континентальным тропическим воздухом. Поэтому тропические фронты здесь сухи и дают мало осадков; последние выпадают главным образом за фронтом в экваториальном воздухе и имеют характер местных конвективных ливней, на что было указано Т. Бержероном [1]. В связи с этим на материках количество осадков уменьшается с удалением от экватора, так как уменьшается вертикальная мощность влажного экваториального течения. Исключение представляют лишь горные страны, расположенные на пути этого течения, как, например, южные склоны Абиссинских гор или южные склоны Гималаев. В этих случаях осадки усиливаются под действием орографии и могут достигать исключительно больших размеров. На восточных берегах, где экваториальный воздух встречается с влажным морским тропическим, преимущественное значение приобретают осадки фронтального происхождения, имеющие обложной, более длительный характер [2] (например, на побережье Гвианы), нежели конвективные дожди внутри материка.

В поясе экваториальных муссонов мы выделяем, таким образом, четыре типа климата: континентальный, океанический, западных берегов, восточных берегов.

Изучению природы тропических фронтов много внимания уделяют индийские метеорологи, которые показали, что структура тропического фронта во многих случаях является более сложной, чем представляли ее до сих пор. По данным Десаи [3], экваториальный воздух, формирующийся над Индийским океаном, действует как относительно холодная и плотная масса только в нижних слоях; в средней же тропосфере он, благодаря большой влажности, становится легче тропического и в восходящем скольжении по поверхности фронта, принимающего уже наклон в сторону тропического воздуха, дает обложные осадки типа осадков теплого фронта.

[1] Бержерон Т., 1934.
[2] Ганн Ю. (Hann J.), 1911.
[3] Десаи Б. Н., Маль С. (Desai B. N., Mal S.), 1933.

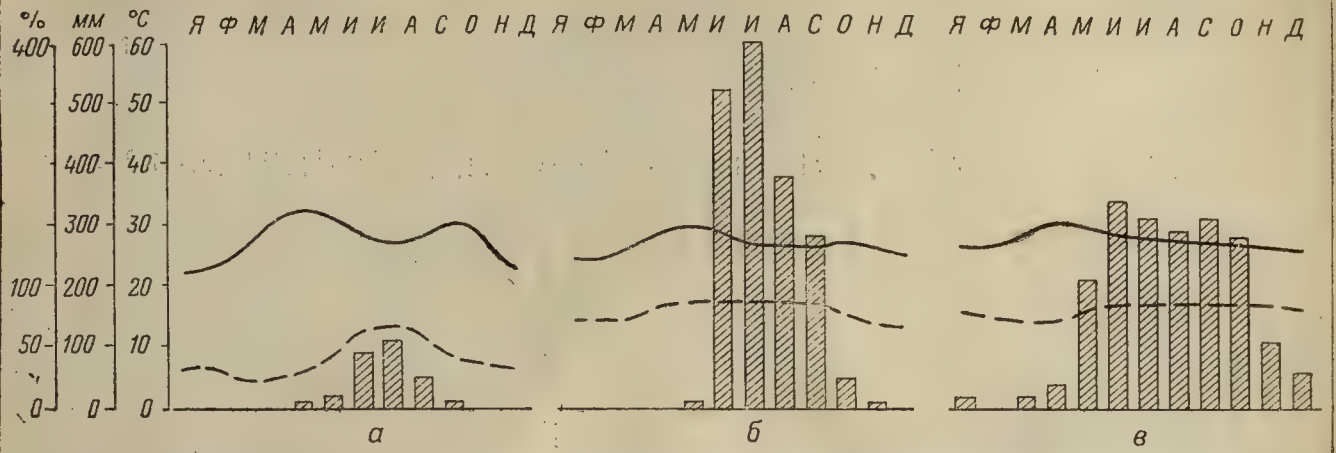


Рис. 3. Примеры годового хода температуры, влажности и осадков в климатах экваториальных муссонов:

а—климат внутриконтинентальных муссонов (Дуэйм 14° 0′ с. ш., 34° 18′ в. д.); *б*—климат муссонов западных побережий (Бомбей 18° 58′ с. ш., 72° 50′ в. д.), осадки усилены влиянием рельефа; *в*—климат муссонов восточных побережий (Сайгон 10°45′ с. ш., 106° 40′ в. д.). Условные обозначения те же, что и на рис. 2

Зимний муссон, представляющий собою по существу пассат, имеет повсюду восточную слагающую. В этом же направлении оттекает и экваториальный воздух.

В зимние месяцы, когда муссонные области заняты тропическим воздухом и наступает сухой период, засушливость гораздо резче проявляется в западных и центральных районах, к которым притекает сухой континентальный воздух. Зимой осадки резко уменьшаются и на восточных берегах, но влажность воздуха остается высокой и смягчает сухость зимнего периода.

Количество осадков, выпадающих в условиях климатов экваториальных муссонов, может сильно варьировать, в зависимости от длительности дождливого периода, связанного с пребыванием экваториального воздуха в данной области, от вертикальной мощности экваториальной массы и ее влагосодержания и от условий рельефа. Во внутренней, например, Африке или во внутренней Индии муссонные осадки редко где превышают 1 000—1 500 мм (годовое количество) и убывают с удалением от экватора. На обращенных же к влажным муссонам гористых берегах и склонах гор (Западные Гаты, южные склоны восточных Гималаев) выпадает 6 000, 8 000 и более 10 000 мм. Наибольшие возможные на земном шаре осадки наблюдаются в муссонных областях.

Как указывалось выше, муссонные осадки могут быть не только внутримассового, но и фронтального происхождения в тех случаях, когда тропический фронт занимает достаточно удаленное от экватора положение для развития циклонической деятельности и когда массы, заполняющие теплый сектор циклонов, достаточно влажны.

Приводим на рис. 3 примеры годового хода основных элементов в климатах экваториальных муссонов.

Характерной особенностью климата экваториальных муссонов является резко выделяющийся летний дождливый период, сопровождающийся увеличением облачности, высокой влажностью и некоторым падением температуры. Этот летний минимум температуры связан не только с выпадением дождей и появлением облачности, но в значительной степени, а в некоторых случаях и в основном, с притоком относительно холодного экваториального воздуха; главный максимум температуры в большинстве случаев падает на конец сухого сезона весной.

В континентальном типе муссонных климатов и на западных берегах континентов зимний период отличается сухостью по указанным выше причинам. На восточных же берегах недостаток осадков в зимнее время смягчается большой влажностью притекающего с океана воздуха.

Характер растительности в климатах экваториальных муссонов зависит от количества осадков. В достаточно орошаемых

ФИЛИАЛ Центральной ВМБ
БИБЛИОТЕКА

(летом) странах преобладающим ландшафтом является саванна, в которой растительность сбрасывает на сухое время листву. В более сухих — растительность носит степной или даже полупустынный характер. На восточных берегах, где экваториальный муссон сменяется влажным морским пассатом, растительность сохраняет почти экваториальный характер.

ТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

Тропический воздух формируется в антициклонах «пояса высокого давления», оттекая с одной стороны к экватору в виде пассатов, имеющих восточную слагающую, с другой — в направлении умеренных широт с ветрами западных румбов (см. рис. 1). По своей природе тропический воздух сух и устойчиво стратифицирован, так как адиабатическое нагревание опускающегося в антициклонах воздуха приводит к уменьшению вертикального градиента температуры и падению относительной влажности. Над океаном тропический воздух увлажняется и приходит в пассатах к восточным берегам континентов с большим запасом энергии влажнонеустойчивости, мало отличаясь по температуре и влажности в нижних слоях от экваториального воздуха. Над континентами он остается сухим, приобретая еще более высокую температуру, и отличается большой запыленностью. В тропическом поясе следует различать четыре основных типа климата: 1) континентальный тропический климат, 2) океанический тропический климат, 3) климат восточной периферии океанических антициклонов, 4) климат западной периферии океанических антициклонов.

Континентальный тропический климат

Континентальный тропический климат отличается крайней сухостью, и характерными ландшафтами, связанными с ним, являются пустыни и сухие степи. Внутри континентов в широтах, близких к тропикам, осадков почти совсем нет по причине сухости воздуха и высокого положения уровня конденсации, который никогда почти не достигается в процессе термической конвекции, несмотря на интенсивное ее развитие в нижних слоях над сильно разогретой почвой.

В результате сильной конвекции над материками в тропическом поясе нередко возникают мощные вихри, поднимающие огромные столбы пыли, песка и увлекающие даже гальку. Особенно грозный вид это явление приобретает в песчаных пустынях. Циклоническая деятельность — единственно, что способно вызвать здесь образование облаков и выпадение осадков — развивается в значительно более высоких широтах, и только очень редко циклоны полярного фронта проникают в тропическую зону, вызывая выпадение быстро проходящих ливневых дождей, превращающих на короткое время в бурные

потоки сухие обычно русла водотоков. Подобные случайные ливни наблюдаются не каждый год. Следует отметить также, что не во всех случаях циклонические дожди достигают земной поверхности, так как испаряются по пути благодаря крайней сухости воздуха. Очень мала здесь также облачность, и фактическая инсоляция достигает почти 100% от теоретически возможной. Благодаря малой облачности чрезвычайно велики суточные колебания температуры земной поверхности и особенно песчаных пространств — днем температура поверхности почвы может достигать 80°, ночью же спускаться иногда до 0°.

Сухость и резкие колебания температуры почвы способствуют быстрому разрушению и измельчению пород, благодаря чему нижний слой воздуха даже при слабом ветре насыщается пылью, которая днем способствует повышению температуры запыленного слоя. Температура воздуха в этих условиях может достигать предельно высоких значений для земного шара (около 60°). Суточные колебания температуры воздуха (на высоте 2 м) иногда превышают 30°.

По сравнению с экваториальным поясом велики также и годовые колебания температуры, достигающие средней величины суточных (20°). Годовые колебания температуры в континентальном тропическом климате есть результат главным образом годового хода температуры самого тропического воздуха, зависящей от значительных годовых изменений в высоте солнца. Адвективные причины, т. е. вхождения воздуха умеренных широт или экваториального, могут иметь значение только в пограничных районах тропического пояса.

Влияние рельефа в условиях континентального тропического климата проявляется в усилении осадков в горах, находящихся даже в центральной части континентальных тропических пустынь, например: в горах Тибести в центральной Сахаре, в горах Мак-Доннеля в Австралийской пустыне. Источником осадков в горах так же, как и в окружающей пустыне, являются редкие прохождения циклонов, осадки которых над раскаленными равнинами часто не достигают земной поверхности.

Океанический тропический климат

Океанический тропический климат отличается от континентального большой влажностью и ровным ходом температуры, приближаясь в этом отношении к экваториальному. Однако он существенно отличается от последнего значительно меньшей облачностью, особенно в восточной половине океанов, где «внутрипассатная» инверсия температуры располагается обычно ниже уровня конденсации, препятствуя развитию облаков и образованию осадков. В западной части океанов

пассатная инверсия лежит значительно выше и вообще выражена слабее, чем в восточной.

Характерное для океанического климата тропического пояса явление представляют тропические циклоны (тайфуны, орканы), возникающие преимущественно в широтах, близких к экватору. Их пути направлены преимущественно к западу, т. е. в направлении движения пассатов, которые служат для них «ведущим потоком». В большинстве случаев тропические циклоны связаны с тропическим фронтом [1], но, повидимому, не исключается возможность их «внутримассового» происхождения.

Пути тропических циклонов соответствуют распределению воздушных течений в антициклоне. Над восточной частью океанов, где пассатная инверсия выражена сильнее, тропические циклоны возникают сравнительно редко. Они чаще наблюдаются в западных частях океанов; здесь же они меняют свое направление, придерживаясь в основном западной периферии субтропических антициклонов. Проникая в умеренные широты, тропические циклоны или затухают, или, попадая в зону полярного фронта, принимают направление внетропических полярно-фронтовых циклонов.

Климат восточной периферии океанических антициклонов

В восточной части субтропических антициклонов над океаном, как показали аэрологические наблюдения судна «Метеор», обработанные Фиккером [2], нижний слой пассата является относительно холодным в связи с притоком воздуха умеренных широт. Над этим относительно холодным слоем течет в том же направлении более теплый воздух верхних слоев пассата, нагревающийся благодаря опусканию воздуха в антициклонах. Образующаяся в результате этого инверсия температуры препятствует развитию восходящих токов и образованию облаков и осадков. Холодные морские течения, омывающие в тропических широтах западные берега континентов, способствуют усилению «пассатной инверсии». Воздух, лежащий под слоем инверсии, по причине недостатка вертикального обмена очень влажен и в нем часто возникают туманы.

Этот тип климата наблюдается у западных берегов континентов и отличается почти совершенным бездождьем при высокой влажности воздуха, особенно в летние месяцы, когда океанические антициклоны усиливаются. Годовой ход температуры так же, как и в океаническом тропическом климате, очень мал. На побережьях, омываемых холодными течениями, температура воздуха вообще значительно снижена. Весьма часто наблюдаются туманы.

---

[1] Хромов С. П.
[2] Фиккер Г. (Ficker H.), 1936.

Исключительно сильного развития здесь достигает бризовая циркуляция по причине большой разности температур между морем и сушей. Днем, когда дует морской бриз, влажность воздуха на побережье резко возрастает; ночью же, наоборот, падает под действием ветра с континента. Особенной силой отличаются дневные бризы, проникающие нередко в виде бурного ветра до сотни километров в глубь континента.

Наличие даже крупного рельефа в данных условиях не оказывает существенного влияния на увеличение осадков, так как слой температурной инверсии разобщает местности, лежащие внизу от расположенных выше, для которых первые должны были бы служить поставщиками влаги. Примером могут служить гористые берега Перу и северного Чили, где осадков столь же мало, как и на плоском побережье Сахары. Наличие инверсии обнаруживается и на изменении температуры с высотой на гористых побережьях. Сначала температура быстро возрастает, и только с высоты нескольких сот метров начинается ее нормальное падение с высотой.

Описанным климатическим условиям отвечает ландшафт пустыни. Скудная растительность здесь поддерживается за счет большой влажности воздуха и частых туманов.

Климат западной периферии океанических антициклонов

Совершенно иные условия наблюдаются на западной периферии антициклонов, где пассатная инверсия значительно слабее и располагается выше уровня конденсации нижнего влажного слоя пассата, не препятствуя, таким образом, разрешению влажнонеустойчивости и выпадению осадков. Характер погоды весьма близок к экваториальному, только зимой могут наблюдаться похолодания в связи с вхождениями воздушных масс умеренной зоны.

Существенную роль приобретает здесь рельеф в связи с тем, что пассаты имеют значительную скорость, что при встрече с орографическими препятствиями способствует резкому усилению осадков. Но так как морской пассат является достаточно влажным только в нижних слоях, то на подветренных склонах хребтов осадки резко убывают, что создает в условиях горных стран чрезвычайные контрасты в распределении осадков. Особенно показателен в этом отношении климат Гавайских островов, где на наветренных северо-восточных склонах гор местами выпадает свыше 10 000 мм осадков в год, на подветренных же юго-западных — менее 500 мм. Наветренные склоны покрыты тропическим лесом, у подветренных тянутся сухие степи. Тот же эффект влияния рельефа можно наблюдать, например, на Мадагаскаре — восточная наветренная по отношению к юго-восточному пассату часть обильно орошается осадками, юго-западные же районы острова, находящиеся в «тени» хребта, засушливы.

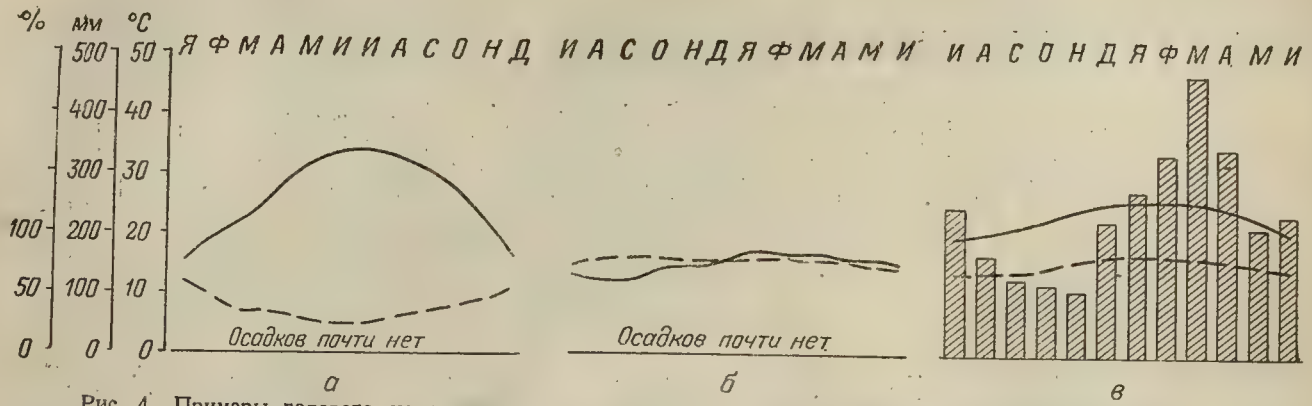


Рис. 4. Примеры годового хода температуры, влажности и осадков в климатах тропического пояса:

а — климат внутриконтинентальный тропический (Ассуан 24° 6′ с. ш., 32° 54′ в. д.); *б* — климат восточной периферии океанических антициклонов (Свакомпунд 22° 40′ ю. ш., 14° 33′ в. д.); *в* — климат западной периферии океанических антициклонов (Таматава 18°09′ ю. ш., 49° 22′ в. д.)

Растительность на берегах континентов и островах, попадающих в сферу влияния пассатов западной окраины антициклонов, в зависимости от количества выпадающих осадков, т. е. в зависимости главным образом от условий рельефа и ветровой экспозиции, представляет или тропические леса, или саванну, или степь. Приводим на рис. 4 примеры годового хода метеорологических элементов в климатах тропического пояса.

СУБТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

Подобно тому, как сезонные перемещения тропического фронта регулируют режим осадков в климате экваториальных муссонов, так зимнее и летнее смещения субтропических антициклонов и связанные с ними изменения в положении полярных фронтов влекут за собой наступление сухих и дождливых сезонов в субтропических широтах. Общий характер климата субтропических областей складывается, таким образом, под влиянием сезонной смены тропического и полярного воздуха и циклонической деятельности на разделяющем их полярном фронте. Солнечная радиация в субтропическом поясе в годовом выводе составляет около 0,8 от тропической и, таким образом, еще очень значительна.

В субтропическом поясе, так же как и в тропическом, отличаются четыре типа климата: 1) континентальный субтропический, 2) океанический субтропический, 3) субтропический западных берегов («средиземноморский») и 4) субтропический восточных берегов.

Континентальный субтропический климат

Континентальный тип субтропического климата слагается под действием различных факторов зимой и летом. Летом над сильно разогретой поверхностью пустынь и степей в обширных барических депрессиях термического происхождения формируется очень сухой континентальный тропический воздух, аналогичный по своим свойствам воздуху континентальных пассатов. Этот воздух является по преимуществу продуктом трансформации воздуха умеренных широт, притекающего в западных частях депрессий. Трансформация воздуха умеренных широт в тропический летом над континентами начинается еще в умеренных широтах, что приводит к термической однородности воздуха на очень больших пространствах и способствует размыванию фронтов и установлению сухой ясной погоды. Зимой различие в свойствах воздуха умеренного пояса и тропического воздуха очень существенно, что вызывает образование фронта между этими массами и развитие на нем циклонической деятельности. С этой циклонической деятельностью связан зимне-весенний дождливый период.

Отличительными особенностями режима погоды в континентальном субтропическом климате являются однообразно сухое и жаркое лето со средними температурами около 30° и крайне неустойчивая погода зимы с небольшими осадками и резкими сменами температуры; даже в наиболее южных районах континентальных субтропиков (в северном полушарии) морозы могут достигать —15°. Годовое количество осадков обычно не превышает 500 мм, но бывает и гораздо меньше.

Высокая температура и сухость лета на фоне общего недостатка осадков действуют угнетающе на растительность, и преобладающими ландшафтами в этом климате являются сухие степи и полупустыни.

Береговые субтропические климаты

В субтропическом поясе климаты западных и восточных берегов континентов и прилежащих к ним островов столь же различны, как и в области пассатов. Летом, когда субтропические антициклоны распространяются в более высокие широты, эти различия зависят от тех же причин, что и в тропическом поясе, зимой же они обусловлены действием особых факторов.

Различия в условиях летнего периода заключаются в том, что у западных берегов, т. е. на восточной периферии субтропических антициклонов, преобладает ясная погода, у восточных же берегов на западной периферии антициклонов выпадает большое количество осадков.

Климатические условия зимнего сезона зависят от положения полярного фронта. У западных берегов континентов полярный фронт смещается из средних широт в субтропические; здесь развивается циклоническая деятельность, в результате которой осадки выпадают в течение всего зимнего сезона. На восточных берегах под действием мощного потока континентального воздуха умеренных широт, формирующегося в материковых зимних антициклонах, полярный фронт продвигается в значительно более низкие широты (особенно у восточных берегов Азии), и субтропические области заполняются сухим и относительно холодным воздухом. В условиях преобладающего антициклонального характера циркуляции осадки здесь резко убывают по сравнению с летом.

Таким образом, в субтропической зоне климат западных берегов характеризуется ясным сухим летом и дождливой мягкой зимой, климат восточных — влажным жарким летом и сухой, относительно холодной зимой. Климат восточных берегов континентов в северном полушарии имеет муссонный характер: зимним муссоном служит поток континентального воздуха умеренной зоны, летним — морской тропический. Эти особенности субтропических климатов западных и восточных берегов континентов находят свое отражение и в характере

растительности. На западных берегах, где лето засушливо, распространены ландшафты, «средиземноморского» типа с представителями ксерофитной растительности. В условиях дождливого жаркого лета на восточных берегах растут роскошные влажные леса. Примеры годового хода элементов в субтропических климатах приведены на рис. 5.

Характерной особенностью субтропических климатов, отличающей их от тропических, является ежегодное выпадение снега, который на низменностях не образует снежного покрова, но в горах может сохраняться в течение нескольких недель. Выпадение снега в редких случаях наблюдается и в более низких широтах, вплоть до тропиков, но не составляет особенности климата этого пояса. В субтропиках же снег — нормальное явление, хотя и сравнительно редкое.

Рельеф повсеместно оказывает свое действие на климат в субтропическом поясе, вызывая соответствующие изменения температуры с высотой, а также усиление осадков на наветренных склонах. Таковыми являются западные склоны в западной части материков и восточные — на восточном побережье. Особенно велико действие рельефа на западе, так как пути циклонов имеют здесь ясно выраженную западную составляющую, тогда как у восточных берегов континентов направление движения циклонов менее определенно. Количество осадков, выпадающих на наветренных склонах, мо-

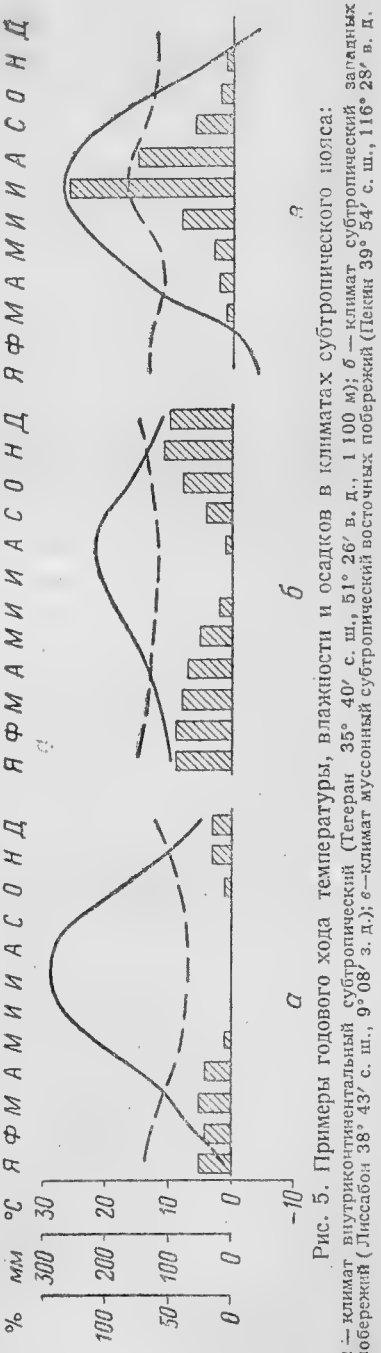


Рис. 5. Примеры годового хода температуры, влажности и осадков в климатах субтропического пояса: *а* — климат внутриконтинентальный субтропический (Тегеран 35° 40′ с. ш., 51° 26′ в. д., 1 100 м); *б* — климат субтропический западных побережий (Лиссабон 38° 43′ с. ш., 9° 08′ з. д.); *в* — климат муссонный субтропический восточных побережий (Пекин 39° 54′ с. ш., 116° 28′ в. д.

жет в пять и более раз превышать количество осадков на равнине. Наибольшее количество осадков в субтропическом поясе достигает 5 000 мм в среднем многолетнем выводе, т. е. вдвое меньше, чем в тропическом.

При благоприятной экспозиции склонов осадки в горах могут достигать большой величины, даже в сухих континентальных субтропиках. Так, например, на юго-западных склонах Памиро-Алайской системы в некоторых местах годовое количество осадков превышает 2 000 мм, тогда как в прилегающих пустынях Средней Азии оно менее 200 мм.

ПОЯС УМЕРЕННЫХ ШИРОТ

Климат умеренных широт слагается в условиях значительно меньшего количества солнечного тепла, чем в тропическом и в субтропическом поясах, что зависит не только от географической широты, но и от значительно большей облачности.

Отличительной чертой солярного режима в умеренных широтах является резкий контраст между зимой и летом. Летом ослабление солнечной радиации с увеличением широты происходит медленно, так как снижение высоты солнца компенсируется увеличением продолжительности дня, и сокращение фактической инсоляции почти полностью объясняется возрастающей облачностью. В безоблачный день в середине лета на 50° широты (в Харькове, например) сумма инсоляции за сутки почти столь же велика, как в это же время в центральной Сахаре, но облачная погода летом отнимает в среднем 40% солнечной радиации. Зимой на этой же широте инсоляция в ясную погоду составляет только 10% от величины инсоляции под экватором.

Необходимо учитывать также сезонные различия в характере подстилающей поверхности на континентах, что имеет особенное значение в северном полушарии. Зимой поверхность континентов в умеренном поясе почти сплошь покрыта снегом, отражающим до 70% падающей на него солнечной радиации, летом же земной поверхностью поглощается более 80% радиации.

Климаты умеренных широт слагаются под влиянием: физических свойств воздуха, формирующегося в средних широтах, вхождений арктических (антарктических в южном полушарии) и тропических воздушных масс и циклонической деятельности на полярном и арктическом (антарктическом в южном полушарии) фронтах.

Свойства воздушных масс, формирующихся в умеренных широтах, в очень сильной степени зависят от характера подстилающей поверхности и резко отличны в воздухе морского и континентального происхождения. Основное различие между морским и континентальным воздухом заключается в величине

годовой амплитуды температуры и влажности. Годовая амплитуда температуры морского воздуха, так же как и поверхностных вод океана, в средних широтах составляет около 10—15°; в континентальном же воздухе она достигает 50—60°. Годовое колебание относительной влажности в континентальном воздухе также значительно больше, чем в морском.

Тропические и арктические воздушные массы могут глубже проникать в зону умеренных широт, создавая тем самым резкие перемены температуры и общих условий погоды, что отличает умеренные климаты от климатов тропических, где погода и температурные условия более устойчивы.

Фронтальные процессы в умеренных широтах приобретают значение весьма важного климатического фактора, обеспечивающего орошение осадками. Основная масса осадков, выпадающих в средних широтах — фронтального происхождения; осадки же термической конвекции здесь не играют существенной роли (за исключением горных районов), в силу неблагоприятной стратификации воздушных масс в антициклонах, в условиях которых и происходит, главным образом, нагревание подстилающей поверхности. Осадки на фронтах зимой выпадают из морского воздуха, скользящего над более холодным континентальным, летом — из континентального, который становится теплее морского. Зимой выпадение осадков над континентами происходит в процессе внешнего влагооборота между океаном и континентом, летом — преимущественно в процессе внутреннего влагооборота над самим континентом.

Внутренний влагооборот понимается здесь в том смысле, что благодаря испарению с подстилающей поверхности происходит дополнительное увлажнение континентального воздуха и эта влага снова возвращается на землю во время дождя (правда, уже в другом каком-то месте). Источником почвенной влаги весной служит главным образом снежный покров, образующийся зимой за счет осадков внешнего влагооборота.

В средних широтах внутри континентов постепенное накопление снежных осадков происходит в течение всей зимы, и, таким образом, осадки холодного периода играют важную роль в общем увлажнении.

Несмотря на большое разнообразие процессов, формирующих климат в умеренных широтах, и здесь можно применить деление их на типы по признаку преобладания тех или иных воздушных масс. Однако надо иметь в виду, что в умеренном поясе процент, определяющий преобладание, гораздо ниже, чем в низких широтах. По характеру преобладающих воздушных масс в умеренном поясе можно различать четыре типа климата: 1) климат континентальный, 2) климат океанический, 3) морской климат западных берегов, 4) муссонный климат восточных берегов.

Континентальный климат умеренного пояса

Континентальный воздух формируется во внутренних областях континентов из морского воздуха умеренного пояса и из арктического (в северном полушарии). Летом трансформация заключается в нагревании воздушных масс и протекает довольно быстро, благодаря конвекции в неустойчиво стратифицированном относительно холодном воздухе. Особенно интенсивно развивается трансформация в антициклонах при тихой и малооблачной погоде.

Зимой над континентом морской воздух охлаждается, арктический же, хотя и прогревается, попадая в более южные районы, но над снежным покровом прогревание его идет очень медленно. Трансформация морского воздуха также замедлена по сравнению с летней, так как термическая конвекция отсутствует и вертикальный обмен затруднен. Большая облачность, сопровождающая обычно вхождения морского воздуха зимой, а также сильные ветры способствуют сохранению свойств морского воздуха, продвигающегося в глубь континента. Однако, как относительно теплая масса зимой, морской воздух нередко оттесняется от земной поверхности в более высокие слои холодным континентальным воздухом, и его трансформация завершается уже в результате его собственного излучения.

Физические свойства континентального воздуха испытывают резкие изменения в зависимости от времени года. Летом континентальный воздух характеризуется относительно высокой температурой и неустойчивой стратификацией в нижних слоях. В южных районах умеренной зоны значительное количество континентального воздуха умеренных широт трансформируется в тропический, достигая температуры 25° и выше.

Зимой континентальный воздух имеет низкую температуру и устойчивую стратификацию, способствующую дальнейшему его охлаждению. Зимние инверсии температуры, достигающие иногда большой мощности и способствующие установлению тихой холодной погоды, весьма характерны для воздушных масс этого типа. Следует подчеркнуть, что весьма важную роль во всем этом играет наличие снежного покрова, составляющего наиболее существенную особенность зимнего ландшафта на континентах в умеренных и высоких широтах.

Режим температуры и влажности в умеренном поясе на континентах определяется не только свойствами континентального воздуха, но также вхождениями морских и арктических воздушных масс. Эффект этих вхождений проявляется не только на крайних отклонениях, но и на средних данных. Так, например, на пространстве европейского континента температура зимой растет не столько в южном направлении, сколько в западном под влиянием более интенсивного притока морского воздуха; по той же причине средние температуры летних

месяцев понижаются к западу. Что касается наиболее низких и высоких наблюдаемых температур, то они вызываются вхождениями арктических и тропических воздушных масс.

С этими же вхождениями «инородных» воздушных масс, т. е. арктических, тропических, а также морского воздуха умеренных широт, связана на континентах и циклоническая деятельность, являющаяся главной причиной, вызывающей выпадение осадков. В вопросе о количестве осадков часто является решающим влагосодержание воздушной массы, из которой осадки выпадают. Так, например, именно увеличением влагосодержания в связи с повышением температуры в большинстве случаев надо объяснять летнее увеличение осадков, наблюдающееся почти повсюду на континентах в средних широтах.

Порядок значений температур и количества осадков в условиях, наиболее характерных для этого типа климата (в северном полушарии), — средняя температура наиболее холодного месяца —20—25°, средняя температура наиболее теплого месяца 20—22°, годовое количество осадков 600—400 мм, с максимумом в летние месяцы. Зимой устанавливается снежный покров, мощность и продолжительность которого в одинаковой мере связаны с режимом осадков и температуры. В свою очередь снежный покров является одним из важнейших факторов, регулирующих тепловое состояние верхних слоев почвы в зимнее время и степень ее увлажнения в начале теплого периода.

Вполне континентальный климат может сформироваться только на крупных континентах, так как только над обширными пространствами может в полной мере проявлять себя влияние подстилающей поверхности на постоянно перемещающиеся над ней воздушные массы, и только над обширными континентами могут создаваться характерные для этого климата условия атмосферной циркуляции. На последнее обстоятельство обращаем особое внимание, так как степень термического влияния подстилающей поверхности на характер атмосферной циркуляции над ней в умеренном поясе сильно возрастает по сравнению с тропической зоной. В связи с этим указанный тип климата имеет распространение только в северном полушарии. Процессы летней и зимней трансформации воздушных масс одинаково приводят к ослаблению циклонической деятельности над континентами и уменьшению облачности. Безоблачное лето Средней Азии и безоблачная зима Забайкалья есть результат исключительно сильного развития трансформации и ослабления циклонической деятельности.

В этих условиях радиационный баланс, как фактор климата, приобретает первостепенное значение, как и в континентальных климатах остальных поясов.

Характер растительности в континентальном климате определяется закономерной сменой тайги более северных районов степью в южных. Широколиственные леса являются принадлежностью переходного климата между морским и континентальным.

Влияние, оказываемое рельефом на климат внутри континентов в умеренных широтах, позволяет установить два чрезвычайно важных обстоятельства. Во-первых, всюду почти западные склоны хребтов получают значительно больше осадков в зимнее время, чем восточные, что указывает на глубокое проникновение на континент океанического воздуха с запада. Таким образом, главным поставщиком влаги на всем протяжении материка Европы в умеренном поясе является Атлантика, на материке Северной Америки (за исключением восточного побережья) — Тихий океан. Во-вторых, преобладающим характером распределения температуры зимой в горах умеренных широт является рост температуры с высотой, что указывает на весьма частое образование в свободной атмосфере температурных инверсий, возникающих вследствие, с одной стороны, охлаждающего действия подстилающей поверхности, с другой — переноса в умеренные широты, в более высоких слоях, относительно теплых воздушных масс на место оседающего воздуха над охлажденным континентом.

Океанический климат умеренного пояса

Морской воздух умеренных широт формируется над океанами из морского тропического и арктического (антарктического) воздуха, а также из воздуха, переносимого с континентов.

Трансформация арктического (антарктического) воздуха начинается в западной части океанов. Продвигаясь затем по западной окраине барических депрессий к субтропическим широтам, этот воздух полностью меняет свои свойства и выносится к западным берегам континентов (зимой преимущественно по восточной периферии депрессий, летом по северной — в северном полушарии — окраине субтропических антициклонов) в западном потоке, который в умеренном поясе является основным воздушным течением.

Океанический климат умеренного пояса отличается значительно меньшей амплитудой температуры по сравнению с континентальным климатом и равномерным распределением осадков по временам года. Последнее объясняется тем, что циклоническая деятельность в умеренном поясе над океанами развивается достаточно интенсивно во все сезоны.

Климат западных берегов континентов

В силу указанных выше условий циркуляции морской воздух является преобладающей воздушной массой не только над океанами, но и на западном побережье континентов. В связи

с этим климат западных берегов в умеренном поясе отличается сравнительно теплой (для данной широты) зимой и относительно прохладным летом, большой влажностью и значительным количеством осадков в течение всего года.

Умеренный ход температуры и большая влажность воздуха являются особенностью самого морского воздуха, равномерное же в течение года распределение осадков есть результат циклонической деятельности летом — на полярном, зимой — на полярном и арктическом фронтах.

Эти черты климата западных берегов умеренных широт резко отличают его от соседнего с ним субтропического с теплым, сухим летом. В пределах умеренного пояса на западном побережье, с увеличением географической широты, средняя температура месяцев соответственно падает, но все же остается почти повсюду положительной для зимних месяцев. С уменьшением широты температура возрастает, но остается ниже 20° для летних месяцев. Эти изменения происходят не столько по причине изменения с широтой температуры морского воздуха умеренной зоны, сколько в связи с более частыми вхождениями на севере арктического, на юге же тропического воздуха.

Годовое количество осадков в среднем составляет около 700 мм, но под действием рельефа может значительно возрастать; его верхний предел (для среднего годового количества) составляет, повидимому, около 3 500 мм. Может показаться странным, что предельное количество осадков в умеренном поясе почти столь же велико, как и в субтропиках, но в умеренном климате западных берегов это количество распределяется в течение всего года, в субтропиках же приходится почти на один летний сезон.

Муссонный климат восточных берегов континентов

Зимним муссоном является северо-западный поток холодного континентального воздуха, оттекающий по восточной периферии зимних континентальных антициклонов и отодвигающий полярный фронт в субтропическую зону. Летом полярный фронт продвигается к умеренному поясу, и развивающаяся на нем циклоническая деятельность обусловливает летний дождливый период.

Летним муссоном служат юго-восточные ветры передней части циклонов, несущие преимущественно морской воздух умеренной зоны, над этим течением в более высоких слоях распространяется тропический воздух, оттекающий по западной периферии океанических антициклонов.

В умеренные широты циклоны полярного фронта приходят в большинстве случаев в окклюдированном состоянии, и тропический воздух оказывается отрезанным от земной поверхно-

Рис. 6. Примеры годового хода температуры, влажности и осадков в климатах умеренного пояса:

а — климат внутриконтинентальный умеренного пояса (Виннипег 49° 54′ с. ш., 97° 09′ з. д.); *б* — климат умеренного пояса западных побережий (Париж 48° 51′ с. ш., 2° 20′ в. д.); *в* — климат муссонный умеренного пояса восточных побережий (Харбин 45° 47′ с. ш., 126° 37′ в. д.)

сти воздухом умеренного пояса. Однако из этого именно тропического воздуха, главным образом, и выпадают летние муссонные дожди.

Таким образом, муссонный климат восточных берегов в умеренном поясе характеризуется холодной, ясной малоснежной зимой и дождливым, сырым летом.

Влияние рельефа в условиях муссонного климата, так же, как и в других случаях, проявляется в усилении осадков на наветренных склонах гор, причем в противоположность западной и центральной части материков наветренными здесь являются восточные склоны. В ряду других признаков усиление летних осадков на восточных склонах по сравнению с западными является одним из главных в определении муссонного характера климата. Эта особенность муссонных климатов умеренного пояса вызывается преобладанием летних осадков, приносимых юго-восточным муссоном. В условиях зимнего антициклонального режима горные местности в муссонном климате отличаются большой пестротой распре-

деления температуры и явно выраженным инверсионным характером изменения ее с высотой.

Примеры годового хода метеорологических элементов в климатах умеренного пояса приводятся на рис. 6.

СУБТРОПИЧЕСКИЙ (СУБАНТАРКТИЧЕСКИЙ В ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ) ПОЯС

В субарктическом (субантарктическом) поясе зимой преобладает арктический (антарктический) воздух, летом — воздух умеренных широт.

Над континентами (в северном полушарии) преобладание летом воздушных масс типа умеренного пояса, сколько летней трансформацией арктического воздуха в этих широтах.

Границы субарктического (субантарктического) пояса определяются положением арктического (антарктического) фронта в зимнем и летнем сезонах (см. рис. 1). Арктический фронт летом возникает в виде мало связанных между собой отдельных ветвей, и потому трудно установить какое-то общее его положение; в связи с этим и границы субарктической зоны в этом смысле менее определенны, нежели других поясов. На континентах эту границу косвенным образом можно наметить по характеру растительности, принимая наличие тундры (на низменности) как показатель преобладания в летнее время арктического воздуха, т. е. южную границу тундры на континентах в северном полушарии можно рассматривать как северную границу субарктического пояса.

В субарктическом поясе различается два основных типа климата: континентальный и океанический. Первый характеризуется сезонной сменой воздушных масс континентального типа, второй — морских.

Континентальный субарктический климат носит своеобразный характер. Преобладание холодного арктического воздуха зимой и теплого континентального летом создает исключительно резкий контраст в годовом ходе температуры. В понижениях рельефа, где воздух зимой особенно охлаждается, средняя годовая амплитуда температуры достигает наибольших для земного шара значений,

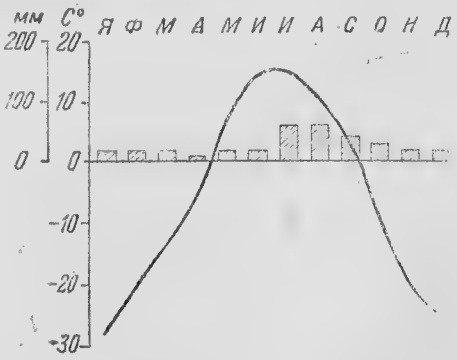


Рис. 7. Пример годового хода температуры, влажности и осадков в континентальном субарктическом климате [Танана (Аляска) 65° 10′ с. ш., 152°06′ з. д.]

превышая в некоторых местах 60° (например, в северо-восточной Якутии). Короткое, но довольно теплое лето дает возможность развиваться земледелию даже за полярным кругом. Зимой в условиях континентального субарктического климата наблюдались предельно низкие для земной поверхности температуры, до —70°.

Осадки в субарктическом поясе почти исключительно фронтального происхождения, и годовой ход их может иметь различный характер. Количество осадков сравнительно невелико, особенно на континентах.

В условиях **морского** типа сезонная смена воздушных масс (морского арктического или антарктического и морского воздуха умеренного пояса) не создает резкого годового хода температуры, и годовая амплитуда не превышает 20°. Таким образом, зима оказывается относительно мягкой, лето же настолько прохладным, что древесная растительность не развивается, и преобладающим ландшафтом является тундра. Пример годового хода метеорологических элементов см. на рис. 7.

АРКТИЧЕСКАЯ И АНТАРКТИЧЕСКАЯ ЗОНЫ

Важнейшим фактором климата полярных областей является своеобразный режим инсоляции. В тропическом поясе и в умеренных широтах погода определяется в значительной мере условиями циркуляции, которые в свою очередь зависят от причин не только термических, но и динамических. В областях же экваториальных и внутриполярных погода в значительно большей степени связана с условиями радиационного баланса.

Радиационный баланс в полярных областях почти в течение всего года отрицателен, что и приводит к наличию снежного и ледового покрова во все сезоны. Во все времена года подстилающая поверхность во внутриполярных областях оказывается холоднее воздуха, и таким образом важнейшим процессом является выхолаживание воздушных масс.

Особенно велико тепловое различие между полярной областью и умеренным поясом в зимнее время года, когда солнечная радиация быстро убывает с широтой. Поэтому зимой в полярных областях за исключением периферийных районов преобладает антициклонная циркуляция, в условиях которой формируются арктический и антарктический воздух, отличающиеся весьма низкими температурами, малым влагосодержанием и устойчивой вертикальной стратификацией. Наличие мощной приземной инверсии температуры, которая полностью не может быть разрушена даже сильнейшими ветрами [1], яв-

[1] Свердруп Г. (Sverdrup H.), 1935.

ляется характерной особенностью строения арктического и антарктического воздуха в зимнее время. Антициклональное состояние погоды резко преобладает зимой в центральных районах Арктики и Антарктики, создавая благоприятные условия для дальнейшего охлаждения воздуха, что в свою очередь влечет усиление антициклогенеза и растекание холодного воздуха к периферии антициклона. Летом также происходит охлаждение нижнего слоя воздуха над поверхностью снега и льда. В связи с этим и летом в полярных областях часто наблюдается приземная инверсия температуры, не столь, конечно, сильная, как зимой, но все же охватывающая нередко слой более 100 м. Распространение холодного влияния подстилающей поверхности по вертикали происходит в результате турбулентного перемешивания воздуха. Турбулентное перемешивание, однако, без содействия термической конвекции не может обеспечить достаточно полного вертикального обмена воздуха, и его нижний слой оказывается в значительной мере изолированным. В связи с этим здесь сильно возрастает влажность воздуха и у верхней границы этого слоя почти всегда наблюдается сплошной облачный покров. В Арктике к этому присоединяются еще туманы, возникающие благодаря тесному соседству открытой воды и ледяных пространств.

Таким образом, преобладающее состояние погоды в полярных областях зимой и летом определяется, главным образом, охлаждением воздуха подстилающей поверхностью, подобно тому, как в экваториальном поясе погода зависит, главным образом, от интенсивного дневного нагревания.

Общей чертой экваториального и полярного климатов является также их монотонность и отсутствие резких колебаний, хотя в отношении полярного климата это справедливо только для летнего сезона. Монотонность экваториального климата проявляется в величине годовой амплитуды температуры, которая в некоторых случаях может быть менее 1°. Монотонность климата в центральных районах полярных областей сказывается на почти полном отсутствии суточного хода (зимой и летом), годовое же колебание температуры в среднем составляет около 40°. Осадки в полярных областях выпадают всегда в процессе внешнего влагооборота. В противоположность условиям экваториального пояса внутренний влагооборот в данном смысле почти отсутствует, так как конденсация влаги на поверхности снега и льда значительно превышает испарение. Измерение осадков в условиях полярного климата представляет большие трудности, и данные наблюдений не всегда надежны: ориентировочно можно считать, что в среднем в полярных областях выпадает 200—300 мм в год.

В климатах полярных областей можно также различать морской и континентальный типы, но различие это относится только к летнему периоду, так как зимой поверхность замерз-

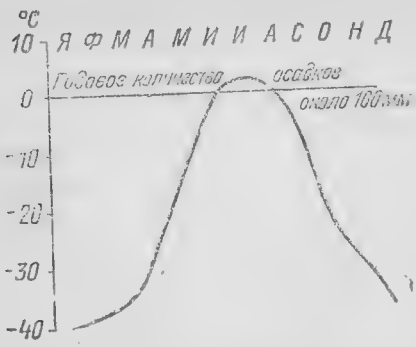


Рис. 8. Пример годового хода температуры в арктическом климате (северное побережье Гренландии 82° 0′ с. ш., 65° 0′ з. д.)

шего океана в термическом отношении мало отличается от суши.

К морскому типу относится климат Арктики, за исключением центральной Гренландии. Летом температура достигает 0° и лишь в редких случаях поднимается на несколько градусов выше. Снег и лед частично тают. На берегах материков и прибрежных островов появляется скудная тундровая растительность.

Континентальный тип наиболее ярко представлен в Антарктике. В континентальном типе температура лета отрицательна, за исключением редких дней. Снежный покров обычно не тает и, постепенно уплотняясь в нижнем слое, переходит в материковый лед, стекающий в ледниках в море. Биологические процессы почти отсутствуют. Приводим на рис. 8 годовой ход элементов в арктическом климате.

ТЕРМИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ТИПОВ КЛИМАТА

Наиболее чувствительными показателями различий в общеклиматическом комплексе являются температурные характеристики. На рис. 9 представлена связь между годовой температурой (на уровне моря) и годовой амплитудой в различных типах климата. Годовую температуру можно рассматривать как показатель общего запаса тепла в данном типе климата; годовая амплитуда характеризует размах сезонных колебаний теплового состояния, зависящий от совместного действия радиационных и адвективных факторов. Наиболее важным в географическом ходе этих соотношений является следующее:

1) в тропическом поясе с увеличением амплитуды возрастает средняя годовая температура; иначе говоря, усиление влияния континента ведет к повышению общего запаса тепла. Это объясняется тем, что радиационный баланс в низких широтах в течение всего года положителен, и суша всегда теплее океана;

2) в умеренном поясе с увеличением амплитуды средняя годовая температура падает, так как зимой поверхность суши в средних широтах теряет больше тепла, чем получает летом. Усиление континентальности, таким образом, сопровождается уменьшением годового количества тепла;

Рис. 10. Схематическая карта широтных климатических поясов (зон):

1 — пояс экваториального воздуха; 2 — пояс экваториальных муссонов; 3 — пояс тропического воздуха; 4 — пояс субтропический; 5 — пояс воздуха умеренных широт; 6 — пояс субарктический; 7 — пояс арктический.

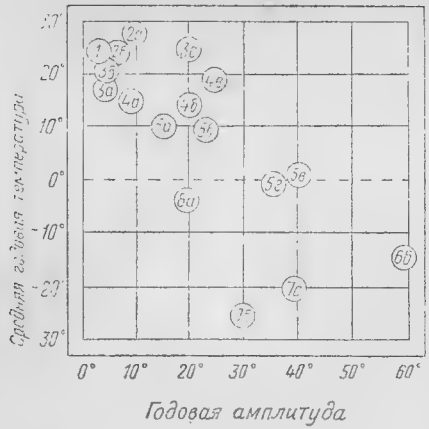


Рис. 9. Соотношение между средней годовой температурой и годсвой амплитудой температуры в различных типах климата.

3) в климатах полярных стран соотношение между средней годовой температурой и амплитудой противоположно средним широтам и напоминает тропические типы, т. е. с усилением сезонных различий годовой запас тепла возрастает. При этом, в отличие от всех других географических широт, годовая амплитуда температуры больше в морском типе климата, чем в континентальном. Эти особенности полярных климатов проявляются при сравнении Арктики и Антарктики и объясняются тем, что годовая амплитуда возрастает за счет повышения температуры летних месяцев в Арктике до 0°, в связи с вскрытием больших водных пространств;

4) для земного шара в целом следует отметить, что с увеличением географической широты возрастает годовая амплитуда температуры воздуха не только на материках, но и на океанах, так что в высоких широтах наименьшие амплитуды, свойственные морскому климату, не меньше наибольших амплитуд в континентальном тропическом климате, что является прямым следствием возрастающей от экватора к полюсам величины сезонных колебаний солнечной радиации.

Приводим в следующей таблице схему широтных климатических поясов (зон) и типов климата. На рис. 10 дается схематическая карта расположения этих поясов на земной поверхности. Как видно из рис. 10, расположение климатических поясов (зон) только в общем виде подчинено географической широте, нередко же наблюдаются существенные отклонения к северу или к югу. Некоторые пояса в тех или иных частях земного шара имеют разрывы. Так, например, в Европе нет субарктической зоны, и пояс воздуха умеренных широт непосредственно граничит с арктическим. Все эти особенности распределения климатических зон на земной поверхности являются «географическими особенностями» и зависят от распределения суши и моря и связанных с этим условий атмосферной и океанической циркуляции, а также от устройства поверхности континентов.

Схема широтных климатических поясов (зон) и типов климата

(В каждом типе климата могут наблюдаться две основные разновидности: климат низменностей и климат высокогорный)

Широтные климатические пояса	I. Пояс (зона) экваториального воздуха	II. Пояс (зона) экваториальных муссонов или субэкваториальный	III. Пояс (зона) тропического воздуха	IV. Пояс (зона) субтропический	V. Пояс (зона) воздуха умеренных широт или „полярного" воздуха	VI. Пояс (зона) субарктический (субантарктический)	VII. Зоны арктического и антарктического воздуха
Типы климатов	1. Климат континентальный экваториальный. Ландшафт — влажный экваториальный лес (ср. климат Af Кеппена). 2. Климат океанический экваториальный.	1. Климат континентальных муссонов. Ландшафт—саванна (ср. климат Am Кеппена). 2. Климат океанических муссонов. 3. Климат муссонов западных берегов континентов. Ландшафт — саванна. 4. Климат муссонов восточных берегов континентов. Ландшафт — влажный экваториальный лес (ср. климат Af Кеппена).	1. Климат континентальный тропический. Ландшафт тропическая пустыня (ср. климат BW Кеппена). 2. Климат океанический тропический. 3. Климат восточной периферии океанических антициклонов. Ландшафт побережий — влажные пустыни (ср. климат BWn^1 Кеппена). 4. Климат западной периферии океанических антициклонов. Ландшафт побережий — тропические леса (ср. климат Af Кеппена).	1. Климат континентальный субтропический Ландшафт—субтропические пустыни и степи (ср. климат BS Кеппена). 2. Климат океанический субтропический. 3. Морской субтропический климат западных берегов континентов. Ландшафт „средиземноморский" (ср. климат Cs Кеппена). 4. Муссонно субтропический климат восточных берегов. Ландшафт — субтропические леса (ср. климат Cw Кеппена).	1. Климат континентальный умеренных широт. Ландшафт — полупустыни. Степи, леса умеренного пояса (ср. климат D Кеппена). 2. Климат океанический умеренных широт. 3. Морской климат западных берегов. Ландшафты — луга, широколиственные леса (ср. климат Cf Кеппена). 4. Муссонный климат восточных берегов. Ландшафты — леса и степи умеренного пояса (ср. климат Dw Кеппена).	1. Климат континентальный субарктический. Ландшафты — тайга, лесотундра (ср. климат Dc Кеппена). 2. Климат океанический субарктический или субантарктический (ср. климат ET Кеппена).	1. Климат арктический. Ландшафты — тундра, льды (ср. климаты ET и EF Кеппена). 2. Климат антарктический. Ландшафты — тундра, льды (ср. климаты ET и EF Кеппена).

ГЛАВА II

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЕВРОПЫ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Европа составляет сравнительно небольшую часть Евразии (около $^1/_5$), однако физико-географические условия ее настолько своеобразны, что ее следует рассматривать как отдельный материк, особенно в климатическом отношении. Своеобразна, во-первых, форма континента, отличающаяся изрезанностью берегов, что совсем не характерно для Азии, представляющей компактный континентальный массив (за исключением южной части). Иное, по сравнению с восточной Азией, распределение омывающих морских течений. И, наконец, что является наиболее существенным, Европа находится в пределах так называемого «естественного синоптического района» [1], границы которого лишь немного выходят за пределы континента, в связи с чем условия циркуляции атмосферы над Европой совершенно отличны от циркуляции над Азией.

Циркуляция атмосферы над Европой создается в результате совместного действия, главным образом, двух центров действия — арктического и азорского [2]. Что же касается воздушных масс азиатского происхождения, то они имеют для Европы второстепенное, косвенное значение, и восточная половина Европы, представляющая продолжение Азии на запад, имеет в климатическом отношении больше сходства с Западной Европой, нежели с Азией. Исключение представляют юго-восточные районы Европы, тяготеющие в указанном смысле скорее к Азии.

Исходя из зимнего положения полярного и арктического фронтов, следует заключить, что континент Европы в основном располагается в двух климатических поясах (зонах). Южная граница субтропической зоны, определяемая зимним положением полярного фронта, проходит у северного берега Африки.

[1] Мультановский Б. П., 1920.
[2] Дюбюк А. Ф., 1947.

Северная граница умеренной зоны, которая отмечается зимним положением арктического фронта, располагается к северу от северных берегов Европы.

Южные полуострова Европы — Пиренейский, Апеннинский и Балканский — лежат в субтропическом поясе. Остальная территория относится к умеренному климатическому поясу, в котором преобладают воздушные массы, формирующиеся в умеренных широтах.

Достаточно хорошая в настоящее время изученность циркуляции атмосферы над Европой позволяет произвести более детальное климатическое районирование этого континента. В субтропической Европе намечается две климатических области, которые можно назвать: Атлантико-Средиземноморской и Континентально-Средиземноморской. К первой относятся Пиренейский и Апеннинский полуострова, ко второй—Балканский полуостров и восточная часть Средиземного моря. Основанием для такого разделения служит, главным образом, различие в процессах зимнего времени года. Над всей областью Средиземного моря зимой развивается циклоническая деятельность полярного фронта. Этот фронт не является непосредственным продолжением восточной ветви атлантического и занимает зимой значительно более южное положение. Зимний полярный фронт над Средиземным морем надо рассматривать уже как наиболее западную из континентальных ветвей, располагающихся в основном над Азией. Потому и положение его относительно южное, что холодный континентальный воздух проникает здесь далеко на юг по южной периферии отрога зимнего Азиатского антициклона, протягивающегося на юго-восток Европы (см. рис. 12).

Однако в западной половине Средиземноморья еще значительную роль играют атлантические циклоны, пути которых обычно уже над Италией резко отклоняются к северо-востоку, под действием высокого давления, располагающегося над Балканами. В восточной же половине Средиземного моря и на Балканах в циклонической деятельности нередко участвует континентальный воздух восточной Европы.

Летом, хотя и в меньшей степени, чем зимой, на востоке Средиземноморской области также сказывается влияние континента особенно при северных и северо-восточных ветрах.

Указанные особенности циркуляции создают заметные различия и в отношении режима температуры, влажности, осадков и пр. Внесубтропическую Европу по характеру циркулирующих воздушных масс можно разделить на три климатические области: северную — Атлантико-Арктическую, среднюю — Атлантико-Европейскую и юго-восточную — Континентальную Европейскую (рис. 11).

В северной преобладает атлантический и арктический воздух, континентальные же воздушные массы играют значительно

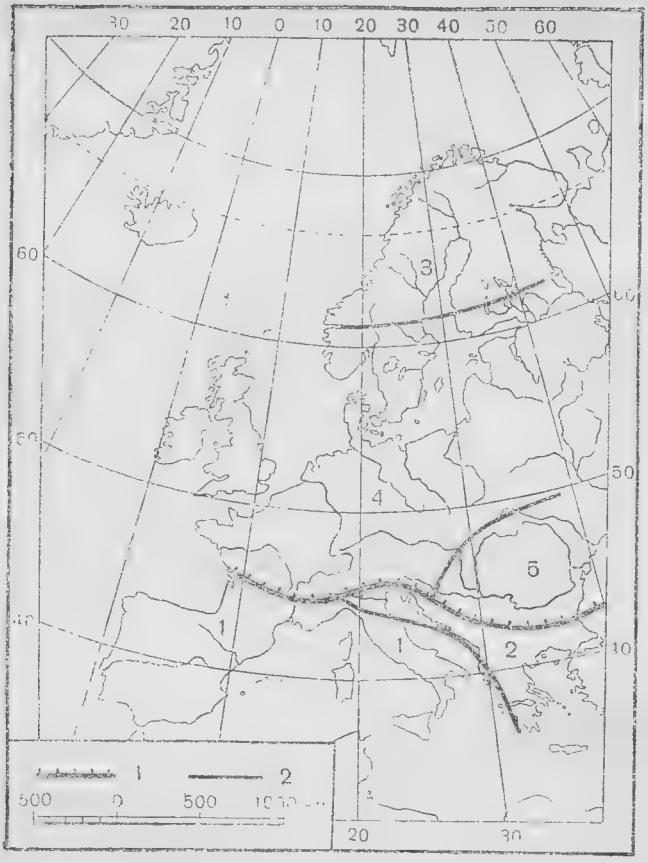


Рис. 11. Схематическая карта климатических зон Европы с входящими в них климатическими областями.

Субтропическая зона: 1 — Атлантико-Средиземноморская, 2 — Континентально-Средиземноморская. Умеренная зона: 3 — Атлантико-Арктическая, 4—Атлантико-Континентальная, 5—Континентальная Европейская.
Границы: 1 — зон, 2 — областей

меньшую роль. Эта климатическая область занимает север Европы: Скандинавский полуостров (кроме южных его районов) и территорию Финляндии. Границу Атлантико-Арктической области на юге можно провести примерно от Бергена на Куопио.

Основным соображением для выделения этой области является то, что зимой именно над этой территорией наиболее интенсивно развивается циклоническая деятельность на арктическом фронте, в процессе которой наблюдаются частые смены атлантического воздуха арктическим и наоборот. Сильное влияние именно атлантических вхождений зимой проявляется в резкой положительной аномалии температур зимних месяцев

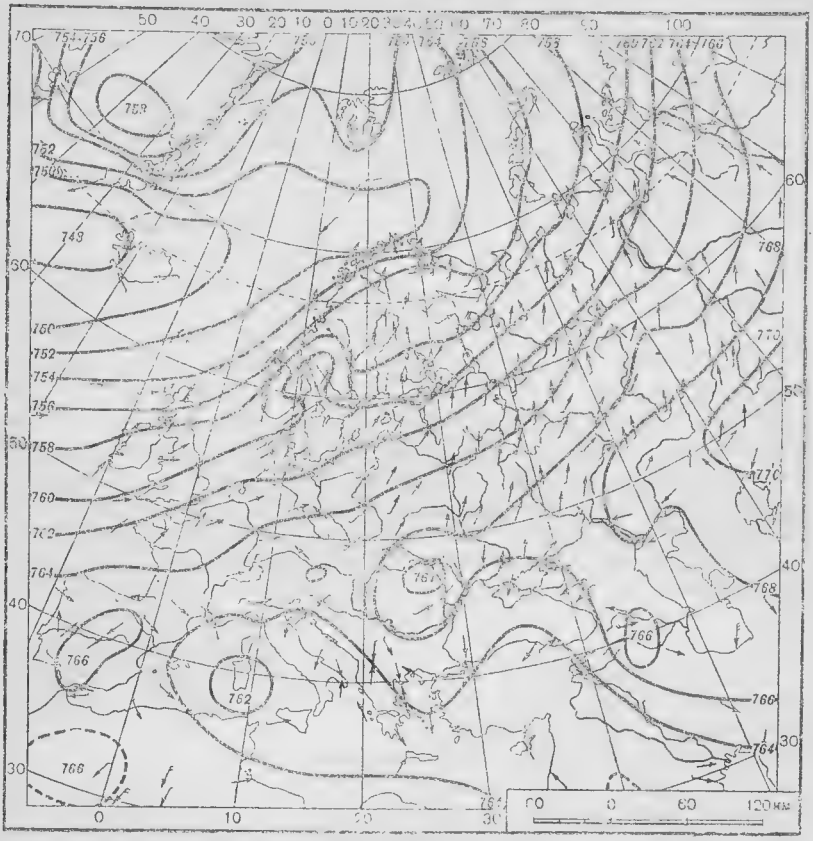


Рис. 12. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Европой в январе

(см. карту изотерм января рис. 16). Летом же в пределах этой области преобладают северные ветры, несущие арктический воздух, который прогревается и увлажняется здесь, трансформируясь в континентальный. Южная граница области наиболее четко обнаруживается летом, как ветрораздел между преобладающим к югу от нее западным атлантическим течением и арктическим на севере (см. карту давления и ветров в июле рис. 18).

В Атлантико-Европейской области преобладающим является атлантический и европейский континентальный воздух, причем последний, в основном, есть продукт трансформации первого. К этой области относится западная и центральная Европа, включая Альпы и северные Карпаты, но исключая Венгерскую низменность.

Атлантический воздух поступает в среднюю полосу Европы зимой преимущественно в атлантических циклонах, летом —

в областях повышенного давления, продвигающихся вслед за циклонами. Переносу атлантического воздуха на континент сопутствует трансформация его в воздух континентального типа. Особенно интенсивно процесс этот протекает в летнее время года в условиях антициклональной погоды. Циклоническая деятельность в пределах Атлантико-Европейской области, как климатический фактор, играет, так же как и в северной полосе, весьма важную роль, только здесь атлантический воздух взаимодействует преимущественно не с арктическим, а с континентальным.

Северная граница области, как говорилось выше, четко выделяется летом, зимой же юго-западные ветры являются преобладающими и в средней полосе и на севере Европы (см. рис. 12). Южная граница определяется началом преобладания континентальных воздушных масс. Она проходит по северной окраине отрога высокого давления, занимающего зимой юго-восток Европы и являющегося основным очагом формирования зимнего континентального европейского воздуха. Летом эта граница отделяет юго-восточную часть европейского отрога Азорского антициклона, заполненную также, главным образом, континентальным воздухом (см. рис. 12 и 18).

На западе Европы нет достаточно крупных очагов континентального воздуха и Атлантико-Европейская климатическая область граничит непосредственно с субтропической зоной. На обосновании этой границы мы остановимся ниже.

В Континентальной климатической области основной воздушной массой служит континентальный европейский воздух, формирующийся преимущественно из атлантического и частью из арктического. Зимой формирование идет в европейском отроге Азиатского зимнего антициклона и заключается в охлаждении и высушивании над снежным покровом атлантического воздуха и прогревании и увлажнении арктического. Летом формирование совершается в отроге Азорского антициклона, а также в размытых областях слабо пониженного давления, возникающих летом над южными районами Восточной Европы. Летом в этих очагах происходит прогревание и увлажнение поступающих также преимущественно с Атлантики воздушных масс.

В состав Континентальной области входит Венгерская низменность, Карпаты и территория Балканских стран к северу от Балкан. На рис. 11 приведена схематическая карта климатических зон Европы с входящими в них климатическими областями.

ВНЕСУБТРОПИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЕВРОПЫ

В зимнее время года наиболее существенным для циркуляции атмосферы над умеренными широтами Европы является образование двух обширных систем — Центрально-азиатского антициклона и Исландской депрессии (рис. 12), со-

здающих мощное юго-западное течение теплого атлантического воздуха, которое охватывает, главным образом, западную и северо-западную Европу. Интенсивность переноса атлантического воздуха зимой оказывается наибольшей, в связи с большими барическими градиентами, возникающими между областями высокого давления, почти перманентно пребывающими в зимнее время над континентом, и приходящими с Атлантики циклонами.

При общем направлении движения атлантических циклонов с запада на восток пути их очень разнообразны. Все же можно наметить два основных пучка траекторий — более северный, проходящий по северу Европы и связанный с арктическим фронтом, и более южный — с фронтом полярным. В циклонах первой группы, получающих свое развитие, главным образом, в Атлантико-Арктической климатической области, атлантический воздух умеренных широт взаимодействует с арктическим воздухом и прохождение циклонов сопровождается сменой этих масс (рис. 13). Циклоны второй группы (рис. 14) развиваются на полярном фронте, и роль холодной массы в них играет европейский континентальный воздух. Распределение давления зимой таково, что поток атлантического воздуха, а вместе с тем и пути циклонов имеют направление с юго-запада на северо-восток. Циклоны этой группы характерны для Атлантико-Континентальной климатической области.

В значительной степени, в связи с направлением движения этих циклонов, и климатические области имеют неправильную форму располагающихся по широте полос, при этом северная, т. е. Атлантико-Арктическая, и средняя —Атлантико-Европейская — становятся к востоку у́же, а южная — Континентальная, — наоборот, расширяется в восточном направлении (см. рис. 11).

Перенос морского воздуха в циклонах обычно сопровождается пасмурной дождливой погодой, связанной, главным образом, с прохождением фронтов. Температура при этом держится в западной Европе около 5°, на Скандинавском полуострове 2—3°. Сравнительно медленное охлаждение морского воздуха над континентом объясняется, во-первых, интенсивным притоком свежих масс с запада и, во-вторых, образованием охлажденного приземного слоя, затрудняющего вертикальный обмен и передачу охлаждения в вышележащие слои.

В атлантических циклонах наблюдается иногда вхождение в западную Европу тропического (азорского) воздуха, проникающего в редких случаях даже к берегам Норвегии и вызывающего здесь подъем температуры до 10°. Вхождениям тропического воздуха также предшествует выпадение фронтальных осадков, в большинстве случаев весьма обильных.

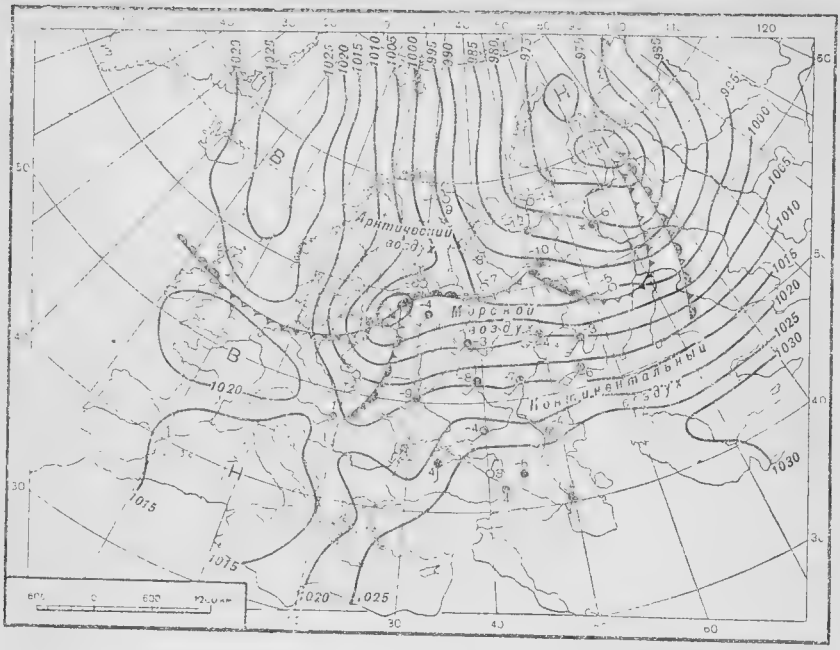


Рис. 13. Зимний циклон арктического фронта над северной Европой (21/XII—1939 г.)

Охлаждение атлантического воздуха и формирование континентального происходят преимущественно в областях высокого давления при относительно малой облачности и слабых ветрах. Наибольшего развития этот процесс достигает в Континентальной климатической области.

Области высокого давления редко задерживаются над западной половиной Европы и, отступая на восток, сменяются приходящими с запада циклонами. В связи с этим и процесс трансформации атлантического воздуха в континентальный не получает здесь полного развития. При распространении восточноевропейских антициклонов на центральную и западную Европу континентальный воздух восточных районов переносится в центральные и западные, вызывая значительные похолодания. Наиболее низкие температуры зимой бывают обусловлены вторжением арктических масс. Проникновение арктического воздуха в Европу происходит в тылу циклонов вслед за продвижением к югу арктического фронта. Значительные смещения арктического фронта к югу наблюдаются чаще всего в восточной половине континента, откуда уже арктический воздух распространяется с восточными ветрами на запад (см. рис. 14). С вхождением арктического воздуха температура резко падает и обычно наступает прояснение.

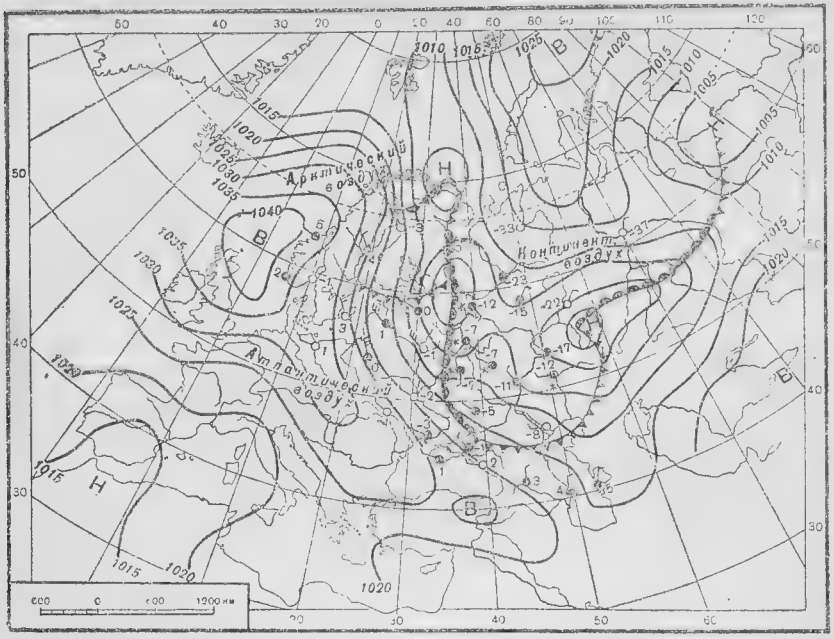


Рис. 14. Зимний циклон окклюзии полярного фронта над Европой (18/II—1938 г.)

Иногда вхождение арктического воздуха на востоке Европы достигает очень больших размеров, и холодный воздух на долгое время задерживается в устойчивых антициклонах.

Приводим на рис. 15 распределение средних (из абсолютных годовых) минимальных температур, которые дают представление об интенсивности арктических вхождений в различных частях Европы.

Горные цепи Европы оказывают большое влияние на развитие процессов зимнего времени года. Во-первых, все крупные хребты Европы являются препятствием для свободной циркуляции над континентом теплых и холодных воздушных масс, создавая и обостряя тем самым температурные различия между южными и северными и между западными и восточными склонами.

Механизм орографических воздействий на движущиеся теплые и холодные массы различен. Холодный воздух, распространяющийся по низу, как наиболее плотный и имеющий вертикальную устойчивость, не перетекает через высокие хребты, а обтекает их по сторонам (см., например, рис. 38). Теплые воздушные массы, имеющие большую вертикальную мощность и обычно влажнонеустойчивую стратификацию, хребтами не задерживаются, но при встрече на противоположной стороне

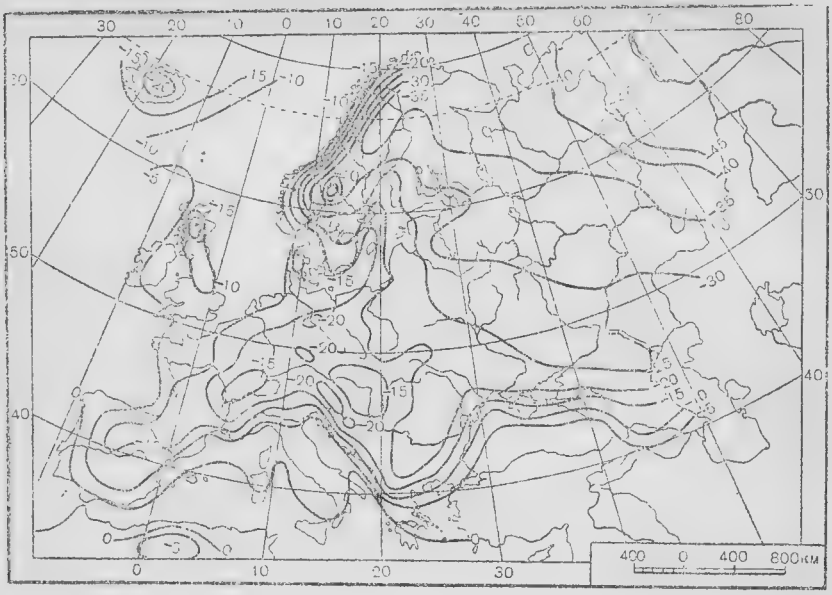


Рис. 15. Распределение средних минимальных температур в Европе.

гор с холодным воздухом бывают вынуждены скользить поверх него и опускаются к земной поверхности только с отходом холодного воздуха. Перетекание теплого воздуха через хребты часто сопровождается явлениями фена. Наиболее сильное действие в этом смысле оказывают Альпы. Особенно часто наблюдаются фены на северных склонах Альп при перетекании средиземноморского воздуха [1].

Во-вторых, горные хребты оказывают большое влияние на циклоническую деятельность. В некоторых случаях наличие крупных хребтов может влиять на пути движения циклонов [2]. Примером могут служить Альпы, над которыми зимой всегда наблюдается тенденция к повышению давления, что в значительной степени способствует разделению траекторий западных циклонов на два пучка — среднеевропейский и средиземноморский.

Если циклоны и фронтальные разделы пересекают горные хребты, то на наветренных склонах происходит активизация фронтов, сопровождающаяся усилением осадков. Так как над Европой циклоны продвигаются с запада, то западные склоны хребтов орошаются осадками значительно лучше восточных.

В-третьих, в периоды развития зимних антициклонов над континентом в горах наблюдаются характерные инверсии температуры, достигающие 1° на 100 м поднятия.

[1] Альт Е. (Alt E.), 1931; Фиккер Г. (Ficker H.), 1910.
[2] Кеппен В. (Köppen W.), 1931

Пиренеи, Альпы и горы Балканского полуострова задерживают холодные континентальные массы при движении их на юг в область Средиземного моря.

В меньшей степени влияние Альп сказывается на осадках в связи с тем, что хребты вытянуты в направлении движения циклонов, и осадки, выпадающие на южных склонах, связаны со средиземноморскими циклонами, а осадки северных склонов — с циклонами среднеевропейскими. Исключение представляют Западные Альпы, которые расположены наиболее благоприятно по отношению к приходящим с Атлантики циклонам. Количество осадков здесь в некоторых горных районах за три зимних месяца достигает 1 000 мм.

Такое же действие на температуру и осадки оказывают Карпаты, представляющие хорошую защиту для Венгерской низменности от вхождений холодного воздуха.

На западных склонах Карпат, обращенных к Венгерской низменности, осадков зимой выпадает больше, чем на восточных.

Резкие различия в отношении температуры и осадков в зимнее время создаются по ту и другую сторону Скандинавских гор. Скандинавский хребет преграждает доступ на норвежское побережье холодному континентальному воздуху и создает благоприятные условия для его застаивания у восточных склонов на невысоких плоскогорьях Швеции. Разность средних январских температур в направлении с запада на восток местами достигает 10° при расстоянии в 100 км. Количество зимних осадков на атлантическом побережье Норвегии вдвое превышает осадки внутренних районов Скандинавии.

Суммарное влияние описанных процессов отражено на картах изотерм и осадков. Приводим на рис. 16 изотермы января над Европой [1]. Частота и интенсивность вхождений атлантического воздуха настолько велики, что в западной и центральной Европе изотермы идут меридионально, так что, например, в Берлине средняя температура выше, чем в Кракове, потому что Краков лежит, хотя и южнее, но восточнее. В восточной Европе в средней и южной полосе преобладающее значение получает континентальный воздух, но и здесь еще под влиянием притока морского воздуха с запада изотермы отклонены от параллелей в среднем на 45°.

Изменение температуры января с запада на восток в пределах средней полосы Европы составляет около 10°. Падение температуры к востоку объясняется не только охлаждением морского воздуха над континентом, но вообще более редким проникновением его в восточные районы, в связи с отклонением путей циклонов на северо-восток.

---

[1] Большой Советский Атлас Мира.

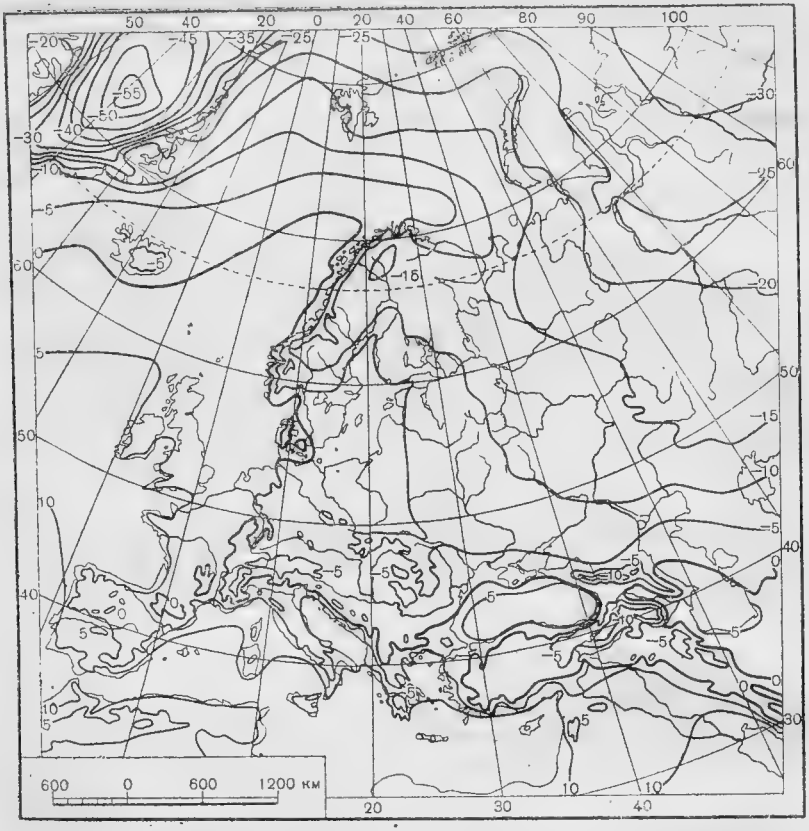


Рис. 16. Изотермы января в Европе (не приведены к уровню моря).

Кроме того, как указывалось выше, понижается на восток температура самого континентального воздуха и усиливается приток арктического воздуха.

На севере Европы изотермы лежат еще теснее, и падение температуры на восток происходит еще быстрее, так как в Атлантико-Арктической области атлантический воздух на континенте нередко вытесняется вверх арктическим воздухом, температура которого на восток резко падает; разность температур арктического воздуха у мыса Нордкап и у Карских ворот нередко достигает 30°.

Осадки зимнего времени года над Европой полностью связаны с циклонической деятельностью, за исключением ничтожных по количеству моросящих осадков, наблюдающихся иногда на западной периферии антициклонов при южных ветрах. В распределении зимних осадков в Европе можно отметить две особенности. Во-первых, наблюдается общая тенденция к уменьшению осадков в восточном направлении. Количество осадков

за три зимних месяца (XII—II) в Нанте, например, составляет 200 мм, в Варшаве 96 мм. Во-вторых, происходит постепенное увеличение к востоку процента твердых осадков, т. е. снега, в результате чего в восточных районах Европы формируется устойчивый снежный покров, который является необходимой принадлежностью зим северной Европы и очень непостоянен на западе. Климатологическую границу устойчивого снежного покрова в Европе Кеппен[1] связывает с изотермой наиболее холодного месяца —3°.

Весна в Европе характеризуется прежде всего переменой термического соотношения между атлантическим и континентальным воздухом. В начале весны морской воздух, как и зимой, поступая на континент, подвергается еще охлаждению, но, примерно с середины апреля в средней полосе и начале мая в северных районах, он начинает прогреваться над континентом. В северной Европе решающим в этом смысле обстоятельством служит сход снежного покрова — пока лежит снег, приходящий атлантический воздух будет всегда теплее местного континентального.

Если зимний сезон в Европе протекает под знаком резкого различия в давлении атмосферы над континентом и Атлантикой, создающего интенсивный вынос на северо-восток атлантического воздуха, то для весны, наоборот, характерно выравнивание давления, ослабление юго-западных атлантических ветров и в связи с этим усиление притока арктического воздуха в северные районы континента. Таким образом, постепенное прогревание воздуха над континентом в более южных районах и в то же время усиление притока воздуха из Арктики в северных — суть вполне равноправные процессы весеннего сезона.

Развитие весенних процессов не наступает одновременно на всей территории Европы, но продвижение весны, в широком значении этого слова, идет с юга на север, значительно быстрее, чем отдельных, связанных с ней показателей, как, например, времени схода снежного покрова, начала вегетации растений и др.

Нарастание тепла весной в умеренном поясе Европы происходит в равной мере под действием инсоляции и притока теплого воздуха из более южных районов. В связи с этим, в западной и северной Европе весна носит более затяжной характер, так как на западе весной преобладают западные ветры, несущие относительно холодный морской воздух, на севере же преобладают северные, также холодные, ветры. В центральных и южных районах весна развивается более активно, в связи с меньшей облачностью и притоком теплого воздуха с юга.

---

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

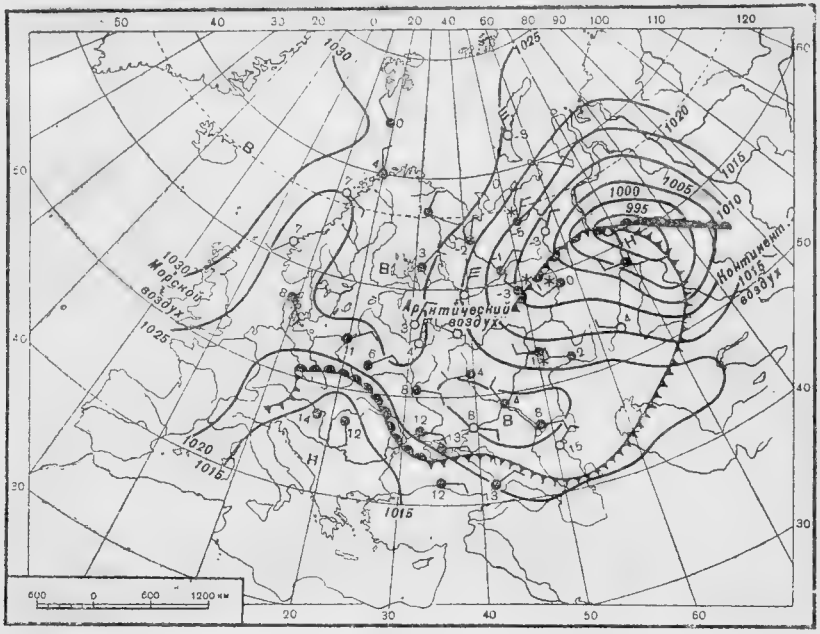


Рис. 17. «Возврат холода» (11/V—1930 г., 7 часов утра).

На востоке весьма характерными для весны являются так называемые «возвраты холодов», происходящие в основном в результате вхождений арктического воздуха, который, имея весной еще довольно низкую температуру, не успевает достаточно нагреться в пути над континентом и вызывает резкое падение температуры и иногда ночные заморозки (см. рис. 17). Особенный вред приносят поздние заморозки, наблюдающиеся во второй половине весны, когда биологические процессы идут уже полным ходом. Арктический воздух, проникая поздней весной далеко на юг (например, в восточную Румынию), является иногда причиной значительного снижения урожая фруктов и овощей.

Летом распределение давления и воздушные течения над Европой подчинены влиянию, с одной стороны, Азорского антициклона, с другой — областей повышенного давления, возникающих время от времени в Арктике (рис. 18). Область Азорского антициклона летом сильно расширяется к северу, и от нее распространяется отрог на Европу, захватывающий на карте осредненного давления Атлантико-Континентальную и Континентальную климатические области. Последнее следует рассматривать, главным образом, как результат термического различия между нагретым континентом и относительно холодной Атлантикой. Над Арктикой, как над холодной областью,

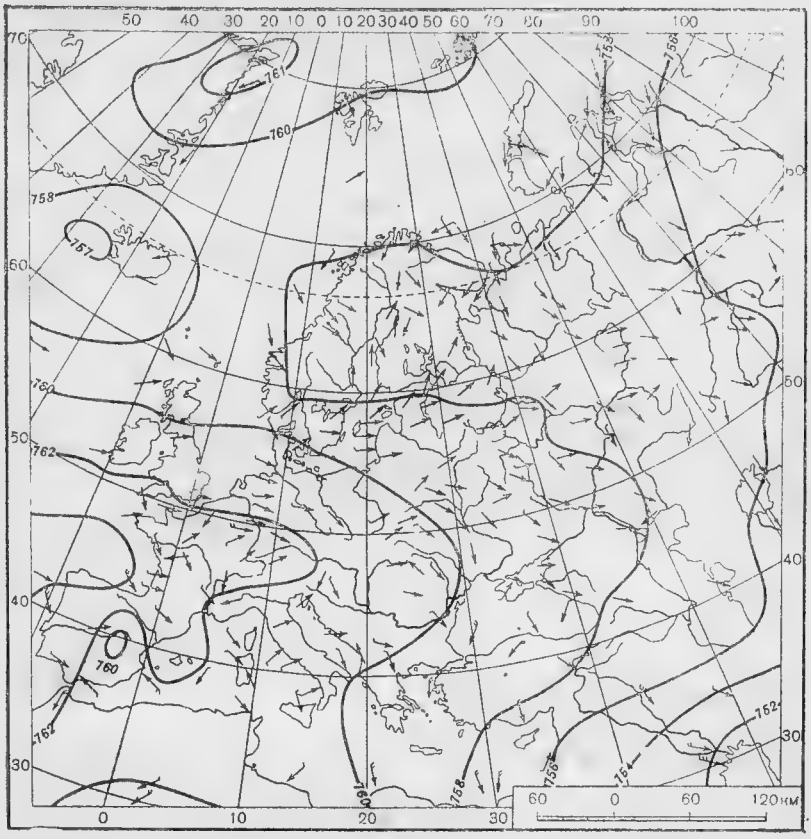


Рис. 18. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Европой в июле.

давление также повышено. Между отрогом Азорского антициклона и Арктической областью повышенного давления проходит полоса относительно низкого давления, располагающаяся над северной Европой. С этой полосой пониженного давления связана циклоническая деятельность на атлантических окклюзиях, регенерирующих на арктическом фронте (рис. 19).

В отдельные годы циклоническая деятельность интенсивно развивается летом и над средними широтами Европы, которые на средних картах давления заняты отрогом Азорского антициклона. Таков был, например, июль 1935 г., отличавшийся циклоничностью в средней полосе Европы. Приводим пример характерного в этом случае синоптического положения (рис. 20).

Из общего распределения давления летом над Европой, можно заключить, что важнейшими путями переноса воздушных масс в это время года являются западный перенос атлан-

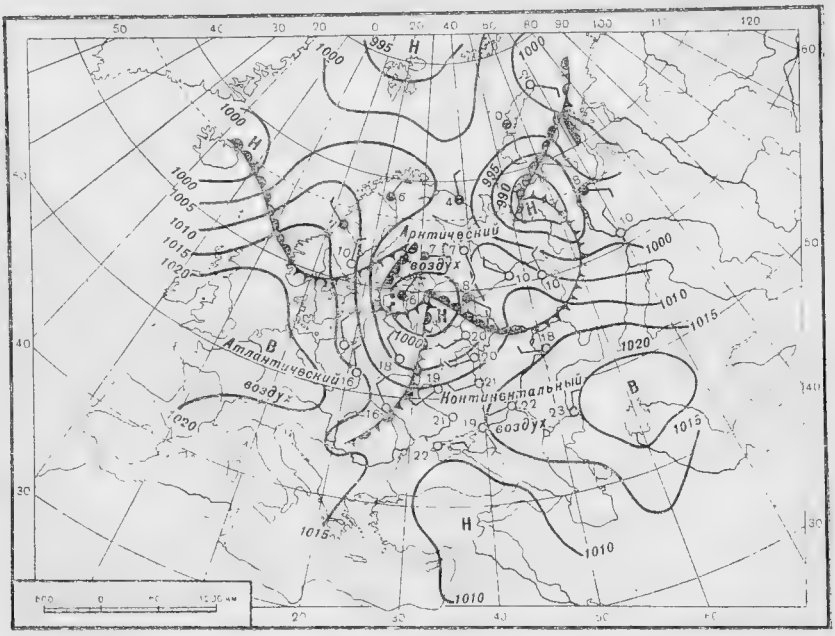


Рис. 19. Регенерация атлантических циклонов на арктическом фронте летом над северной Европой (9/VI—1933 г.).

тического воздуха в Атлантико-Европейскую и Континентальную области и северный перенос арктического воздуха в Атлантико-Арктическую. В обоих случаях переносятся относительно холодные массы, которые испытывают над континентом быструю трансформацию, сопровождающуюся интенсивным конвективным перемешиванием.

Формирование континентального воздуха протекает, главным образом, в размытых барических областях, способствующих застою воздушных масс. Барические градиенты над центральной Европой при этом малы и ветры слабы, облачность в среднем составляет менее половины. Поступающий на континент атлантический воздух теряет свою первоначальную скорость и быстро превращается в континентальный.

Условия трансформации арктического воздуха в северных районах менее благоприятны в связи с более влажной и сильно испаряющей подстилающей поверхностью (леса, болота) и большей циклоничностью погоды; вероятность пасмурного состояния неба во внутренних районах Финляндии достигает 60%, а на северном побережье более 80%. Проникая в более южные районы, арктический воздух превращается в континентальный.

В процессе трансформации атлантического и арктического воздуха возрастает не только их температура, но также и влаго-

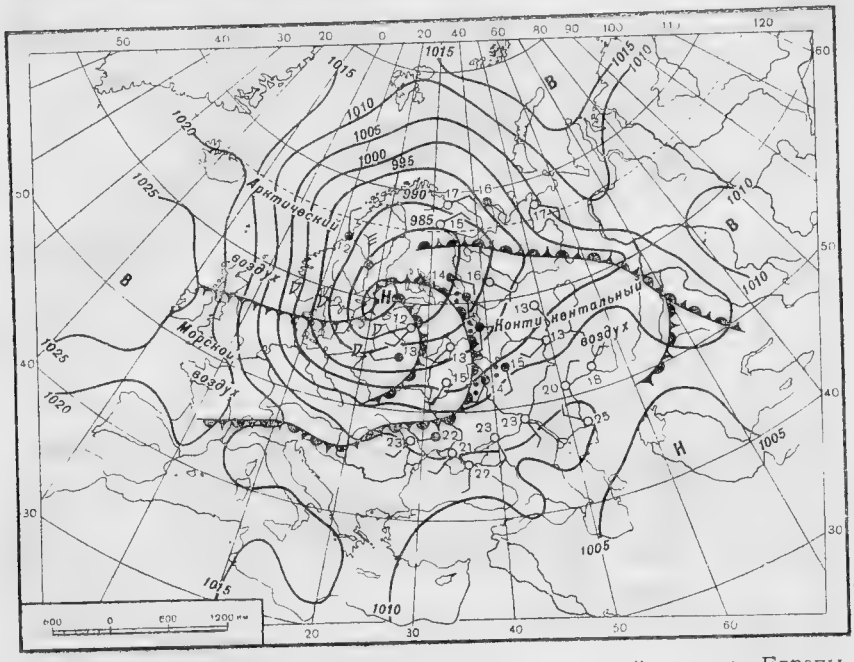


Рис. 20. Затяжная дождливая погода в средней полосе Европы (29/VII—1925 г.).

содержание, в результате испарения почвенной влаги. Это дополнительное увлажнение континентального воздуха за счет испарения играет важную роль в режиме летних осадков.

Кроме атлантического и континентального воздуха, в средних широтах Европы летом наблюдаются также воздушные массы тропического типа. В западную Европу тропический воздух поступает из средиземноморской области и из района Азорских островов, в восточную — преимущественно с Балкан.

Наряду с притоком тропического воздуха из субтропического пояса, летом происходит формирование воздушных масс этого типа также в южных районах умеренного пояса, над континентом, путем трансформации местного воздуха. К наиболее важным очагам формирования «тропического» воздуха в умеренном поясе Европы относится Венгерская низменность.

Таким образом, можно сделать вывод, что основным процессом летнего сезона в умеренном поясе Европы является трансформация (прогревание и увлажнение) воздушных масс: в средней полосе—преимущественно атлантического, в северных районах — преимущественно арктического воздуха. Это достаточно ярко отражается и на картах летних изотерм (рис. 21).

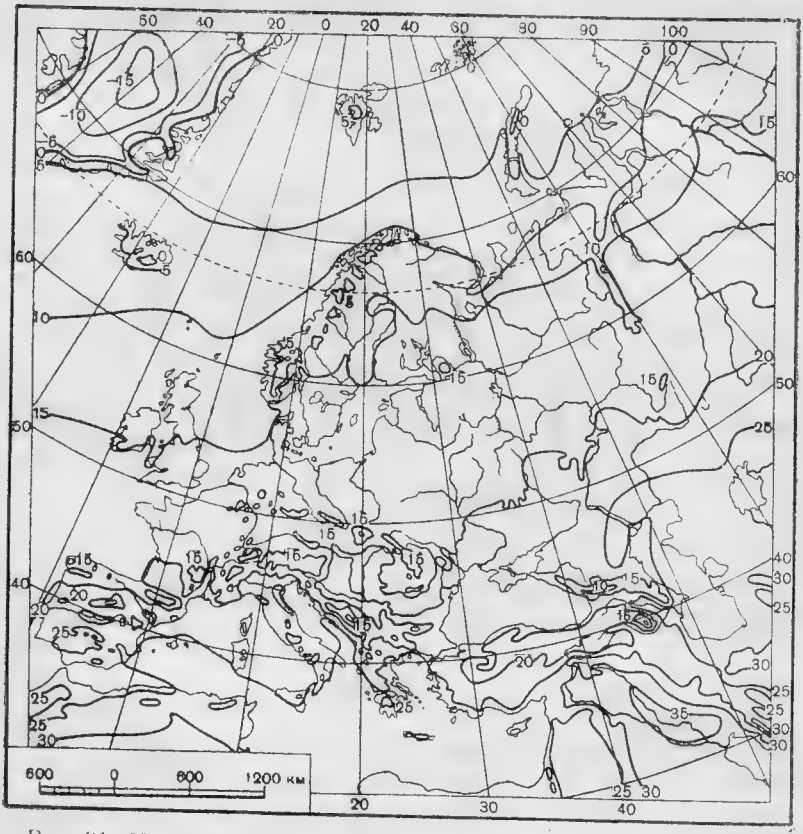


Рис. 21. Изотермы июля в Европе (не приведены к уровню моря).

Наиболее высокая температура летом наблюдается в восточной части Европы. В западной Европе изотермы идут почти параллельно широтам, круто заворачивая к югу лишь у самого побережья океана.

В северной Европе, где происходит трансформация арктического воздуха в континентальный, изотермы июля располагаются также по широте, за исключением побережий морей. Постепенное падение здесь температуры к северу объясняется, главным образом, усилением притока арктического воздуха, а также циклонической деятельностью. Астрономические условия — сокращение солнечной радиации с увеличением широты — не играют летом существенной роли, так как удлинение дня, как известно, в значительной мере компенсирует ослабление инсоляции, происходящее от низкого положения солнца.

В центральных районах Атлантико-Арктической области средние температуры июля имеют порядок 13—15°, что харак-

теризует среднюю температуру процесса трансформации арктического воздуха в континентальный. На северном побережье температура июля приближается к 10° — температуре, соответствующей начальной фазе прогревания арктического воздуха.

Осадки в умеренном поясе Европы летом выпадают преимущественно на холодных фронтах при вхождениях морского воздуха, на долю же местных конвективных, насколько можно судить по отдельным произведенным подсчетам, приходится не более 15%. Морской воздух, вклиниваясь под более теплый континентальный (местный) воздух, оттесняет его вверх, что и служит главной причиной образования облачности и выпадения осадков.

Таким образом, несмотря на преимущественно фронтальное происхождение летних осадков, их только в редких случаях можно отнести к адвективным (в отличие от зимних), в основном же они выпадают за счет влаги, содержащейся в местном континентальном воздухе. В связи с этим в умеренном поясе Европы почти повсеместно наблюдается летний максимум осадков, соответствующий максимуму влагосодержания воздуха.

Количество летних осадков в пределах средней полосы Европы (за исключением горных районов) меняется сравнительно мало, возрастая все же на восток с увеличением абсолютной влажности. Так, например, за три летних месяца выпадает: в Париже 170 мм, в Берлине 180 мм, в Варшаве 200 мм.

Летний максимум осадков наблюдается также и в горных странах Европы: особенно значительное количество выпадает на западных склонах французских Альп. В значительной мере осадки и в горных странах имеют фронтальное происхождение. Во многих случаях потерявшие активность фронты, не дающие осадков над равниной, в горах снова возрождаются, что часто наблюдается, например, на западных склонах Карпат, обращенных к Венгерской низменности.

Помимо фронтальных осадков, существенную роль летом в горах играют также осадки термической конвекции, мало зависящие от ветровой экспозиции, в связи с чем летом значительно сглаживаются различия в количестве осадков между западными и восточными склонами.

В противоположность влиянию циклонической деятельности на выпадение осадков, развитие антициклонов способствует установлению иногда весьма длительных периодов бездождья, так называемых «засух», от которых особенно страдают юго-восточные районы, а в некоторые годы и средняя полоса восточной Европы. Летние антициклоны, возникающие над Европой, бывают двух видов: азорского происхождения и арктического.

Антициклоны азорского происхождения продвигаются с запада (и юго-запада) на восток через западную и центральную

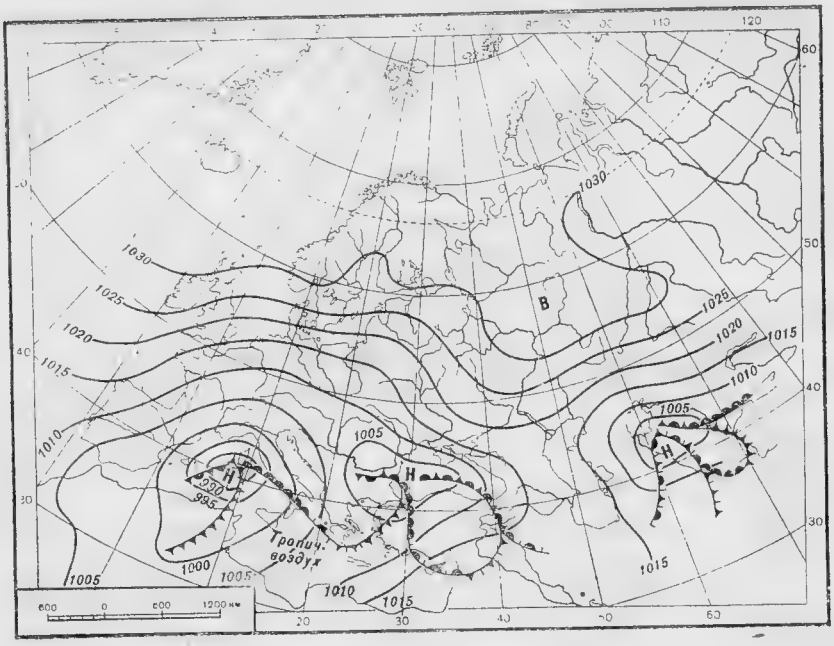


Рис. 22. Циклоническая деятельность зимой над Средиземным морем (26/III—1939 г.).

Европу. Антициклоны арктические приходят в восточную Европу с севера или северо-запада, реже с северо-востока. Особенно интенсивные и длительные засухи возникают в результате совместного действия азорских и арктических антициклонов, что чаще может иметь место в восточной Европе. В связи с этим, несмотря на возрастание абсолютной влажности к востоку, в том же направлении увеличивается и опасность засухи.

В северной полосе Европы, в связи с развивающейся здесь циклонической деятельностью, осадков выпадает относительно много.

Наблюдающееся и на севере увеличение осадков в летние месяцы связано, как и в более южных областях, не с усилением циклонической деятельности, а с увеличением влагосодержания воздуха.

В зависимости от условий трансформации воздушных масс и выпадения осадков находится и распределение относительной влажности — элемента, имеющего большое биологическое значение наряду с температурой.

Наиболее низко падает относительная влажность в юго-восточных районах, над которыми чаще застаиваются антициклоны, отклоняющие пути западных циклонов к северо-востоку.

Важнейшим осенним процессом является общее охлаждение континента и находящегося над ним воздуха. Сначала наблюдается постепенное выравнивание имевших место летом температурных различий между морским и континентальным воздухом и затем переход к зимнему положению, при котором морской воздух является более теплым, чем континентальный. В связи с этим на востоке Европы падение температуры осенью происходит быстрее, чем на западе. Уже в октябре на востоке Европы заметно холоднее, чем на западе: средняя температура октября в Ажане, например, составляет 13°, в Бухаресте 11,5°.

Почти ежегодно в конце сентября или в начале октября в центральной Европе наблюдаются осенние «возвраты тепла», как бы в противоположность весенним «возвратам холода». Иногда они имеют вид коротких вспышек, продолжительностью в 2—3 дня, иногда занимают более длительный период. На эти, хотя и короткие, периоды хорошей погоды, как на явления закономерные, рассчитываются даже некоторые сельскохозяйственные работы. В тех районах, которые оказываются в этот период на западной периферии антициклонов с южными ветрами, наблюдается особенно теплая погода. Во вторую половину осени, когда дни становятся короче, ясная антициклональная погода способствует, наоборот, понижению температуры. Но надо сказать, что во вторую половину осени облачность сильно возрастает во всей Европе, и ясная погода наблюдается редко. Потепления, наблюдающиеся во второй половине осени, повсюду связаны не с повышенной инсоляцией, а с вхождениями морского воздуха на континент, которые, наоборот, сопровождаются, в большинстве случаев, низкой облачностью.

Осадки осенью, как и зимой, во всей Европе связаны почти исключительно с циклонической деятельностью, причем, в отличие от лета, достаточно хорошо бывают выражены не только холодные, но и теплые участки фронтов, что указывает уже на иной характер влагооборота. Осадки второй половины осени выпадают преимущественно из атлантического воздуха, как относительно теплого.

Наряду с достаточно обильными осадками осенью часто наблюдаются осадки моросящие, выпадающие в результате охлаждения притекающего с юга воздуха. Передача охлаждения от подстилающей поверхности вверх совершается путем турбулентного обмена, что вызывает образование сплошного низкого облачного слоя, из которого моросит мелкий дождь. Моросящие дожди также характерны для осени, как конвективные ливни летом.

В северных областях Европы осенние осадки имеют большое значение в общем влагообороте, представляя запасы влаги, используемые почвой весной.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЕВРОПА

Три южных полуострова Европы — Пиренейский, Апеннинский и Балканский — лежат в зоне субтропической циркуляции. Как говорилось вначале, в субтропической Европе намечаются две климатические области: Атлантико-Средиземноморская (Пиренейский, Апеннинский полуострова и юг Франции) и Континентально-Средиземноморская (Балканский полуостров), в зависимости от преобладания атлантических или континентальных воздушных масс. Под атлантическими и континентальными подразумеваются воздушные массы как умеренного пояса, так и тропические.

На Пиренейском и Апеннинском полуостровах, а также на юге Франции преобладает воздух атлантического происхождения, зимой — умеренных широт, летом — тропический. Северная граница преобладания тропического воздуха летом, с которой должно быть связано и положение полярного фронта, достаточно четко определяется в северной Италии по изменению годового хода осадков. Тогда как, например, во Флоренции и далее на юг максимум осадков наблюдается зимой, в Ломбардской низменности он приходится уже на летние и осенние месяцы.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Флоренция (46° 46′ с. ш., 11° 15′ в. д.). Осадки (мм)											
69	63	75	78	77	54	35	52	84	109	100	83
Лугано (46° 00′ с. ш., 8° 57′ в. д.). Осадки (мм)											
63	72	118	159	184	185	168	195	183	214	141	78

Переход максимума осадков в Ломбардской низменности на лето связан с усилением циклонической деятельности полярного фронта в это время года над северной Италией, что подтверждается и синоптическими картами.

Для установления северной границы субтропической зоны в южной Франции приходится ориентироваться, главным образом, на температуру, так как на западе, с приближением к области Азорского антициклона, преобладает антициклональное состояние и полярный фронт выражен гораздо слабее. Весьма показательной для морского тропического возду-

ха на побережье является изотерма июля в 20°, которая проходит на побережье Франции на широте Бордо и идет далее на юг вдоль берегов Португалии и Марокко к Канарским островам (см. рис. 21). Подтверждается это и некоторым усилением циклонической деятельности на юге Франции, заметным по сравнению с северной Испанией.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Ажан (44° 12′ с. ш., 0° 37′ в. д.). Осадки (мм)											
48	44	48	58	66	70	50	45	56	46	55	45
Бургос (42° 20′ с. ш., 3° 52′ з. д.). Осадки (мм)											
43	42	58	60	70	56	22	18	45	25	49	45

Границу, отделяющую Атлантико-Средиземноморскую субтропическую область от Атлантико-Континентальной климатической области умеренного пояса, можно провести по югу Франции, примерно от Бордо и по южному склону Альп. Это несколько не соответствует положению северной границы распространения «средиземноморского» типа климата (Cs) по Кеппену. Однако следует иметь в виду, что, устанавливая различие между средиземноморским климатом (Cs) и западноевропейским (Cf), Кеппен вынужден был ввести переходный тип (Cx), который по его же объяснению [1] может быть отнесен как к тому, так и к другому из основных типов.

Эта же граница далее на восток проходит по Динарскому и Балканскому хребтам, отделяя Континентально-Средиземноморскую климатическую область от Континентальной умеренного пояса Европы. Только к югу от указанных хребтов тропический воздух в летнее время является преобладающей воздушной массой, в северной же Болгарии, в Румынии и во внутренних районах Югославии распространяется теплая разновидность континентального воздуха умеренной зоны. Это согласуется с границами, проведенными Кеппеном [2] и другими авторами.

Зимой, когда пояс высокого давления смещается к югу, над Средиземным морем располагается зона полярного фронта. Циклоническая деятельность, связанная с этим фронтом

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.
[2] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

(рис. 22), развивается преимущественно над южной половиной Средиземноморской области, о чем можно судить по тому, что в годовом ходе осадков на юге Средиземного моря (и на африканском побережье) наблюдается максимум осадков в середине зимы, как, например, в Сицилии.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Палермо (38° 07′ с. ш., 13° 21′ в. д.). Осадки (мм)											
104	80	78	67	34	15	8	14	38	101	101	115

Роль холодных масс в зимних циклонах Средиземного моря принадлежит морскому и континентальному воздуху умеренных широт. Влияние континентального воздуха усиливается к востоку. Так, например, средний минимум температуры зимой в Марселе составляет —8°, в Бургосе —12°.

В процессе циклонической деятельности происходит смена тропического воздуха воздухом умеренных широт, а в редких случаях даже арктическим, что вызывает легкие морозы и выпадение снега. Снег ежегодно выпадает во всей северной половине Средиземноморской области, но, конечно, не образует при этом устойчивого снежного покрова. Наиболее часты и значительны снегопады в северной части Балканского полуострова, которые вызываются здесь не только арктическими вхождениями, но и вхождениями восточноевропейского воздуха.

Влияние подстилающей поверхности суши зимой в субтропическом климате южной Европы проявляется не менее сильно, чем в умеренных широтах, чему способствует сравнительно небольшая облачность. Облачность в Средиземноморской области зимой составляет всего лишь около 50%, в средней же Европе достигает 75%. Степень континентальности климата южных полуостровов Европы, таким образом, помимо интенсивности притока воздушных масс с континента, зависит также от их размеров, формы и устройства поверхности.

Пиренейский полуостров, несмотря на непосредственное соседство с Атлантическим океаном, имеет почти столь же континентальную зиму, как и Балканский, что надо объяснять скорее относительно большими размерами Пиренейского полуострова, его компактной формой и наличием обширных, почти сплошь покрывающих его плоскогорий, чем притоком холодного воздуха из средней Европы.

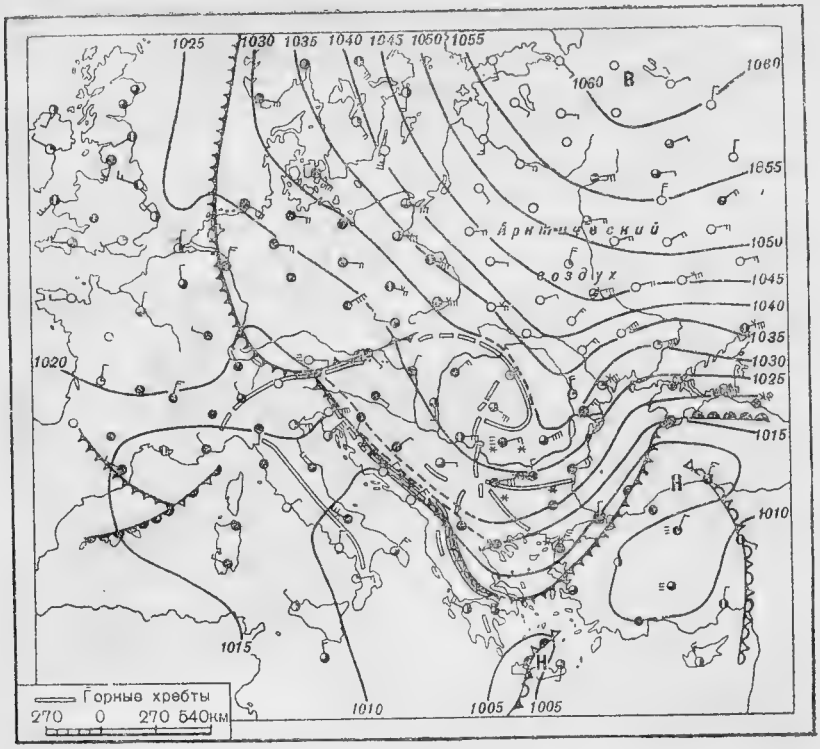


Рис. 23. Синоптическое положение во время боры в Триесте (3/XII—1946 г.)

Наибольшей мягкостью отличается зима Италии, особенно на западном ее побережье, менее подверженном влиянию континента. Влияние суши, представляемой самим полуостровом, совсем невелико, благодаря сравнительно небольшим его размерам и вытянутой форме.

Гораздо большее действие оказывают здесь вхождения континентального воздуха, приходящего с материка Европы, хотя Апеннинский полуостров и защищен в значительной степени с севера хребтами Альп.

Мощные горные цепи, отделяющие южные полуострова от средней Европы, играют зимой весьма важную климатическую роль. Пиренеи, Альпы и горы Балканского полуострова задерживают приток холодного континентального воздуха в область Средиземного моря, оставляя только относительно свободные проходы между Пиренеями и Альпами, между Альпами и Динарскими горами и в обход Балкан с востока.

Прорывы холодного воздуха с материка Европы сопровождаются обычно характерными ветрами, дующими с большой силой, особенно в случае прохождения циклонов над восточ-

ной половиной Средиземного моря. К таким ветрам относятся мистраль в устье Роны и бора в северо-восточном углу Адриатического моря, в районе Триеста.

Мистраль и бора получают усиление за счет орографических условий и быстро теряют свою силу в открытом море. Так, например, жестокая бора, дующая в Триесте, достигает устьев По только в виде средней силы северо-восточного ветра. Приводим на рис. 23 пример синоптического положения во время боры.

Иногда наблюдается обтекание Альп холодным воздухом с двух сторон — с востока и с запада. Пример такого положения приводится на рис. 24.

Кроме того, горные цепи оказывают существенное влияние на пути циклонов, обособляя до известной степени траектории атлантических и средиземноморских циклонов как бы в две самостоятельные ветви.

Все это приводит к обострению климатической границы в зимнее время между южной и средней Европой. Температурные условия зимы в южной Европе определяются указанными выше процессами переноса воздушных масс различного происхождения, в результате циклонической и антициклонической деятельности, а также радиационными условиями. О роли радиационных факторов говорилось выше.

При рассмотрении зимних изотерм на Средиземном море (см. рис. 16) обращает внимание преимущественно широтное их расположение, в отличие от средней и северной Европы. Это объясняется в основном тем, что область Средиземного моря зимой находится в зоне циклонической деятельности полярного фронта, располагающегося здесь в широтном направлении, в связи с чем с юга на север уменьшается число дней с тропическим воздухом и возрастает число дней с воздухом умеренных широт.

Влияние подстилающей поверхности суши и моря очень ярко проявляется в изгибах изотерм. В особенности показательна в этом отношении январская изотерма 10°, которая почти в точности оконтуривает полуострова южной Европы.

Влияние континента Европы в целом сказывается, главным образом, на востоке области; так, например, средняя температура января в Валенсии на 4° выше, чем в лежащей почти на той же широте на восточном побережье Балканского полуострова Лариссе.

Средние температуры января в пределах субтропической Европы положительны. Изотерма 5° (не приведенная к уровню моря) заключает, по существу, все внутренние районы южных полуостровов Европы, оставляя сравнительно неширокую

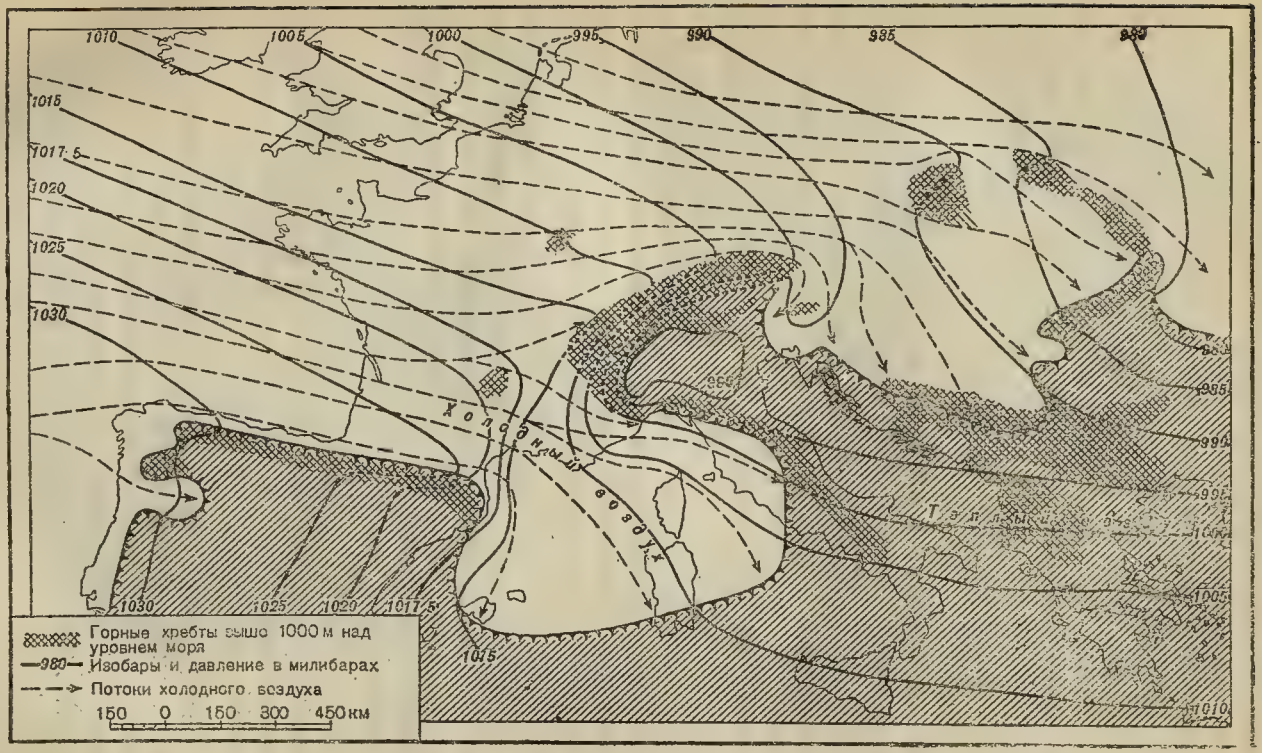


Рис. 24. Орографическая окклюзия при обтекании Альп холодным воздухом.

полосу побережья. И лишь в самых южных районах январь имеет среднюю температуру немного выше 10°. Однако во всей южной Европе в отдельные дни зимой наблюдаются небольшие морозы, преимущественно адвективно-радиационного происхождения, наступающие, главным образом, по ночам в периоды холодных вхождений континентального воздуха. За исключением северной половины Испании, да и то лишь внутренних районов, заморозки возможны в течение сравнительно короткого периода — трех или трех с половиной месяцев, в районах же со средней температурой января выше 10°, т. е. наиболее южных, заморозки наблюдаются не ежегодно. Только на плоскогорьях северной Испании период возможного наступления заморозков продолжается более четырех месяцев, и минимумы могут достигать —10°.

Зимний сезон является наиболее дождливым преимущественно в южной части Средиземноморской области, так как именно на юге в это время года наиболее интенсивно развивается циклоническая деятельность. В центральных же и северных районах в январе и феврале наблюдается улучшение погоды.

Однако все это следует понимать относительно, так как зимние дожди в Средиземноморской области не носят затяжного характера, как в средней Европе, и число дождливых дней в среднем составляет не более 30%. Облачность, как указывалось выше, зимой также невелика и скрадывает не более 50% инсоляции, тогда как в средней Европе потеря инсоляции по причине большой облачности в зимние месяцы достигает 80%.

В горных районах много осадков выпадает на западных склонах хребтов. Наибольшее количество осадков наблюдается на северных склонах Кантабрийских гор, на южных и западных склонах Приморских Альп и на западных склонах Динарских гор, в соответствии с благоприятной экспозицией этих местностей по отношению к проходящим циклонам. Среднее количество осадков за три месяца (XII—II) в некоторых местах здесь составляет около 1 000 мм.

Наиболее бедны осадками находящиеся «под ветром» восточное побережье Испании и восточное побережье Греции. Сумма осадков за три зимних месяца здесь не достигает 150 мм.

Весна в субтропической зоне Европы определяется в основном тремя моментами: 1) развитием к северу и на восток Азорского антициклона, 2) продвижением к северу тропического воздуха как в результате адвекции его с юга (с африканского континента и с Атлантики), так и формирования на месте, 3) постепенным сглаживанием температурных различий между средиземноморским воздухом и континентальным.

Все это приводит к смещению к северу зоны циклонической деятельности и постепенному ее размыванию. По мере смещения циклонической деятельности к северу во многих местностях наблюдается увеличение дождливости и облачности все в более и более поздние весенние месяцы.

Так, например:

	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь
			Палермо			
Число дней с дождем	15	14	12	11	7	4
Облачность (%)	62	63	55	53	46	32
			Гранада			
Число дней с дождем	9	8	11	10	10	4
Облачность (%)	41	45	52	49	42	29
			Рим			
Число дней с дождем	11	10	11	12	9	6
Облачность (%)	55	50	55	56	53	41
			Милан			
Число дней с дождем	9	8	10	12	13	11
Облачность (%)	64	55	56	58	58	52

Наблюдающийся весной довольно быстрый рост температуры не только на материковых полуостровах южной Европы, но и на находящихся в открытом море островах, вызывается не только усилением инсоляции, но и циркуляционными причинами. В процессе постепенного общего смещения в северном направлении субтропического пояса высокого давления усиливается приток в область Средиземного моря тропического африканского воздуха. Примером роста температуры весной на островах Средиземного моря могут служить данные острова Майорки (Пальма).

	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май
Средняя температура (C°)	9,8	11,3	12,2	14,5	17,4

Средняя температура атлантического воздуха в мае на этой же широте составляет только 14°.

В Континентально-Средиземноморской области континентальное влияние сказывается на более быстром росте температуры в течение весны. Весьма показательно в этом отношении может быть сравнение лежащего на Адриатическом побережье Скутари и расположенной внутри Пиренейского полуострова Памплоны:

	Февр.	Март	Апр.	Май
		Скутари		
Средняя температура (С°) . .	5,9	9,5	14,4	18,4
		Памплона		
Средняя температура (С°) . .	6,5	8,0	10,3	13,7

Памплона и Скутари лежат на одной широте. Памплона находится на высоте около 400 м над уровнем моря, но расположена на широком, окруженном горами, плато.

Летний сезон в субтропической Европе почти повсюду отличается засушливостью в связи с отходом на север полярного фронта и преобладанием антициклонального режима.

О летнем положении полярного фронта, как о северной границе субтропической зоны, говорилось выше. С приближением к этой границе антициклональный характер лета заметно ослабевает, увеличивается число дней с осадками и облачность, что отчетливо видно из сравнения данных по южной и северной Италии.

	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.
			Неаполь		
Число дней с дождем	9	6	3	4	8
Облачность (%)	42	32	19	16	28
			Милан		
Число дней с дождем	13	11	8	8	9
Облачность (%)	58	52	43	44	49

Однако это более характерно для восточной части южной Европы — для Средиземноморско-Континентальной климатической области, чем для западной, т. е. для Средиземноморско-Атлантической, где сильнее проявляется влияние Азорского антициклона и полярный фронт часто бывает размыт. Граница между западной и восточной климатическими областями южной Европы так же, как и зимой, проходит по северной Италии, вдоль Апеннин, примерно до 43° широты и далее переходит на восточное побережье Адриатического моря.

Антициклоничность и связанная с ней засушливость возрастают к югу. Так, за три месяца (с VI по VIII) общее число дней с дождем на крайнем юге Испании, Италии и Греции составляет менее 5, вдоль 41° — от 10 до 15.

Преобладающим типом воздушных масс в субтропической Европе летом является тропический воздух. Учитывая ярко выраженную антициклоничность летнего режима (малую облачность и слабые в общем ветры), а также достаточную обширность пространства, занимаемого всей Средиземноморской

областью, следует считать, что в основном тропический воздух имеет здесь местное, т. е. средиземноморское, происхождение. Во внутренних районах Пиренейского, Апеннинского и Балканского полуостровов он сильно прогревается, что оказывает влияние и на температуру воздуха над морем, которая в летнее время на 2—3° выше температуры воды. Этому способствует сильно развитая повсюду бризовая циркуляция. В Средиземноморско-Атлантической, т. е. западной, климатической области Средиземноморья наибольший прогрев воздуха наблюдается над внутренней Испанией, где, как и в зимнее время, подстилающая поверхность суши оказывает наиболее сильное влияние на воздух, благодаря размерам и форме полуострова. Средние температуры июля в центральной Испании достигают 25—26° при относительной влажности около 40%. В южные районы Испании нередко переносятся африканский воздух, благодаря близости африканского континента; в климате и ландшафтах южной Испании ярко выражен африканский колорит.

Западная часть Пиренейского полуострова, т. е. территория Португалии, находится под действием, главным образом, атлантического воздуха, в связи с чем температуры лета здесь значительно ниже, чем во внутреннем средиземноморском бассейне. Для сравнения приводим летние температуры в Коимбре и Неаполе, лежащих на одной широте.

	Июнь	Июль	Август
	Коимбра		
Средняя температура (С°) . .	19	21	21
	Неаполь		
Средняя температура (С°) . .	21	24	24

Открытое положение португальского берега по отношению к Атлантическому океану сказывается еще и на более частом и активном действии циклонических вхождений воздуха умеренных широт Атлантики, снижающих иногда довольно значительно температуру и вызывающих осадки. Однако, если судить об этом по повторяемости дождливых дней, то эти вхождения не так часты. Сравним число дней с дождем в Коимбре и Неаполе, одинаково обращенных к западу.

	Июнь	Июль	Август
	Коимбра		
Число дней с дождем	9	6	5
	Неаполь		
Число дней с дождем	6	3	4

В восточной половине субтропической Европы лето несколько теплее, чем в западной. Здесь на повышение температуры летних месяцев влияет не только местный нагрев, но и близость сильно нагретых летом южных районов центральной части континента Европы. В Ломбардской низменности и на Далматинском побережье лето столь же жаркое, как и в центральной Испании, в Греции же температура даже выше, чем на тех же широтах в южной Испании. Таковы, например, средние температуры в находящихся на одной широте Мурсии и Афинах, причем надо иметь в виду, что Мурсия расположена в закрытой долине и в значительном удалении от берега моря.

	Июнь	Июль	Август
		Мурсия	
Средняя температура (С°) . .	23	26	26
		Афины	
Средняя температура (С°) . .	24	27	27

Одним из характерных явлений летнего сезона в области Средиземного моря является сирокко — южный ветер, отличающийся высокой температурой, очень сухой в Сицилии и в южной Италии и влажный на Далматинском побережье. И в том и другом случае это — поток африканского воздуха, втягиваемый проходящими или малоподвижными циклонами над Средиземным морем. Сухость или влажность сирокко зависит от времени нахождения этого воздуха в пути над морем.

Осень характеризуется постепенным отступанием пояса высокого давления к югу и продвижением в субтропические широты полярного фронта, причем активность фронта, в смысле развития циклонической деятельности, возрастает. С этим связан осенний дождливый период, отмечаемый во всей об-

Пункты наблюдения	Сентябрь		Октябрь		Ноябрь		Декабрь	
	осадков (мм)	дней с дождем	осадков (мм)	дней с дождем	осадков (мм)	дней с дождем	осадков (мм)	дней с дождем
Загреб	86	10	98	12	79	12	61	12
Лезина	64	7	95	10	111	11	102	13
Скутари	100	7	197	10	209	11	156	11
Патрас	29	6	77	10	117	13	113	14
Кифера	22	1	71	4	131	8	129	9

ласти Средиземного моря и наступающий раньше в северных и позднее в более южных районах. На юге Средиземного моря, как указывалось выше, циклоническая деятельность и связанные с ней дожди получают наибольшее развитие в зимние месяцы. Особенно хорошо прослеживается постепенное продвижение сезона дождей в течение осени к югу на Балканском полуострове (см. табл. на стр. 70).

Осеннее падение температуры так же, как и весенний ее рост, происходит быстрее на востоке, т. е. в Средиземно-Континентальной области, чем в Средиземно-Атлантической. Возьмем для примера те же пункты — Скутари и Памплону.

	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
		Скутари		
Средняя температура (С°) . .	21,0	16,1	10,3	6,0
		Памплона		
Средняя температура (С°) . .	18,0	12,8	8,5	5,2

Причиной этого является более быстрое осенью охлаждение воздуха над континентом, чем над Атлантическим океаном. Северные и северо-восточные вхождения холодного континентального воздуха снижают температуру осенних месяцев в восточной части Средиземноморья.

Приводим в конце главы основные климатические данные по описанным областям Европы.

Зона	Область	Место шир., долг., выс.	Ср. т-ра (C°) наиб. тепл. месяца	Ср. т-ра (C°) наиб. хол. месяца	Ср. из. год. C° макс.	Ср. из. год. C° мин.	Отн. влажн. % наиб. влажн. месяца	Отн. влажн. % наиб. сухого месяца	Облачность % наиб.	Облачность % наим.	Колич. осадк. см. год.	Колич. осадк. см. наиб.	Колич. осадк. см. наим.	Число дней с осадк. наиб.	Число дней с осадк. наим.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Субтропическая	Атлантико-Средиземноморская	Лиссабон 38°43′ с., 9°08′ з. . .	VIII 21	I 10	35	—3	I 80	VII 60	XII 60	VII 20	75	XII 10	VII 0,5	I 15	VII 2
		Мадрид 40°25′ с., 3°41′ з.,650 м	VII 21	I 4	40	—8	I 85	VII 45	XII 50	VII 20	40	XI 5	VII 1	XII 10	VII 3
		Мальта 35°54′ с., 14°26′ в. . .	VIII 25	I 12	37	5	II 80	VII 65	XII 60	VII 10	55	XII 11	VII 0	XII 15	VII 0
		Неаполь 40°51′ с., 14°10′ в. .	VII 24	I 8	34	—1	XII 75	VII 65	IV 60	VI 20	83	XI 12	VII 1	XI 14	VII 2
		Генуя 44°24′ с., 8°56′ в. . . .	VII 24	I 7	32	—2	XII 60	VI 60	V 60	VIII 20	130	X 20	VII 4	X 12	VII 5
	Континентально-Средиземноморская	Афины 37°59′с., 23°44′ в. . .	VII 27	I 9	38	—2	XII 75	VIII 45	XII 60	VII 10	39	XII 7	VII 1	XII 13	VII 3
		Трикала 39°31′ с., 21°48′ в. .	VII 27	I 4	41	—8	—	—	—	—	76	XII 10	VII 3	—	—
		Салоники 40°38′ с., 22°57′ в. .	VII 26	I 5	37	—6	XII 75	VII 55	XII 50	VII 20	50	XI 6	VII 2	XI 8	VII 3
Умеренная	Континентальная европейская	Бухарест 44°26′ с., 26°07′в. . .	VII 23	I —4	35	—20	XII 85	VIII 60	XI 70	VIII 30	58	VI 8	II 3	VI 12	VIII 6
		Вена 48°13′ с., 16°21′ в. . . .	VII 20	I —2	33	—15	XII 85	IV 65	XII 70	VIII 40	62	VI 7	II 3	VII 14	IX 11
		Будапешт 47°30′ с., 19°02′ в.	VII 20	I —2	33	—15	—	—	—	—	66	VI 8	II 3	—	—
		Брно 49°12′ с., 16°37′ в. . . .	VII 19	I —3	32	—17	—	—	—	—	53	VI 7	II 2	—	—
	Атлантико-европейская	Париж 48°51′ с., 2°20′ в. . . .	VII 18	I 2	34	—8	XII 90	IV 70	XII 70	VIII 50	57	VI 6	I 3	XII 70	VIII 50
		Лондон 51°30′ с., 0°05′ . . .	VII 17	I 3	31	—8	I 90	VII 70	I 80	VII 60	62	X 7	IV 4	XII 16	VI 11
		Дублин 53°21′ с., 6°15′ з. . .	VII 16	I 5	25	—5	I 85	V 70	VII 70	X 60	70	VIII 8	III 50	I 19	VI 15
		Берлин 52°30′ с., 13°23′ в. . .	VII 18	I —1	33	—14	XII 85	VI 65	XII 80	IX 60	57	VII 8	II 30	XII 16	VI 12
		Давос 46°48′ с., 9°59′ в., 1560 м	VII 12	I —7	26	—24	I 80	III 70	V 60	I 40	90	VII 12	I 50	VII 16	I 9
	Атлантико-Арктическая	Бренё 62°30′ с., 12°12′ в. . . .	VIII 13	I —1	25	—12	VIII 75	IV 70	XI 70	IV 60	90	X 11	IV 50	IX 15	VI 11
		Олезунд 62°30′ с., 6°12′ в. . .	VIII 13	II —1	22	—7	—	—	—	—	117	X 15	VI 6	—	—
		Гернезанд 62°36′ с., 17°54′ в. .	VII 15	I —7	28	—26	XII 90	VI 65	XII 70	VI 50	59	VIII 8	IV 3	VIII 14	IV 7
		Васа 63°06′ с., 21°30′ в. . . .	VII 15	I —8	25	—25	—	—	—	—	51	VIII 7	II 2	—	—

ГЛАВА III

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ АЗИИ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Материк Европы на востоке смыкается с материком Азии, общепринятые границы, разделяющие эти континенты, в значительной степени формальны и во всяком случае не отмечают собой границ действия факторов, от которых именно зависит столь резкое различие в характере климатов Европы и Азии.

Зимой континент Евразии в субтропических и более высоких широтах значительно холоднее омывающих его вод Атлантического и Тихого океанов, что вызывает почти непрерывное в течение зимы образование над Азией области высокого давления (рис. 25). По северо-западной окраине зимнего Азиатского антициклона устанавливается юго-западное течение, с которым над Европой переносится на северо-восток относительно теплый атлантический воздух, на что указывает характерное для зимы расположение изотерм (рис. 26).

Летом, в связи с распространением к северу области Азорского антициклона, большая часть Европы занята отрогом этого антициклона. Но сильное нагревание всего материка Азии (рис. 28) заставляет оттекать от него воздух высоких слоев тропосферы, что вызывает общее падение давления над континентом (рис. 27), способствует размыванию отрога Азорского антициклона и затрудняет приток в пределы Азии атлантического воздуха, который оказывается вынужденным течь к югу по западной окраине области низкого давления.

Внутри зимних антициклонов над Азией и летних барических депрессий создаются исключительно благоприятные условия (малая облачность, слабые ветры) для формирования воздушных масс континентального воздуха.

Таким образом, из распределения атмосферного давления и температуры над Азией следует: 1) зимой охлаждение континента по сравнению с окружающими океанами заставляет течь атлантический воздух в Европу и отчасти даже в Западную Сибирь, 2) летом, наоборот, нагревание континента

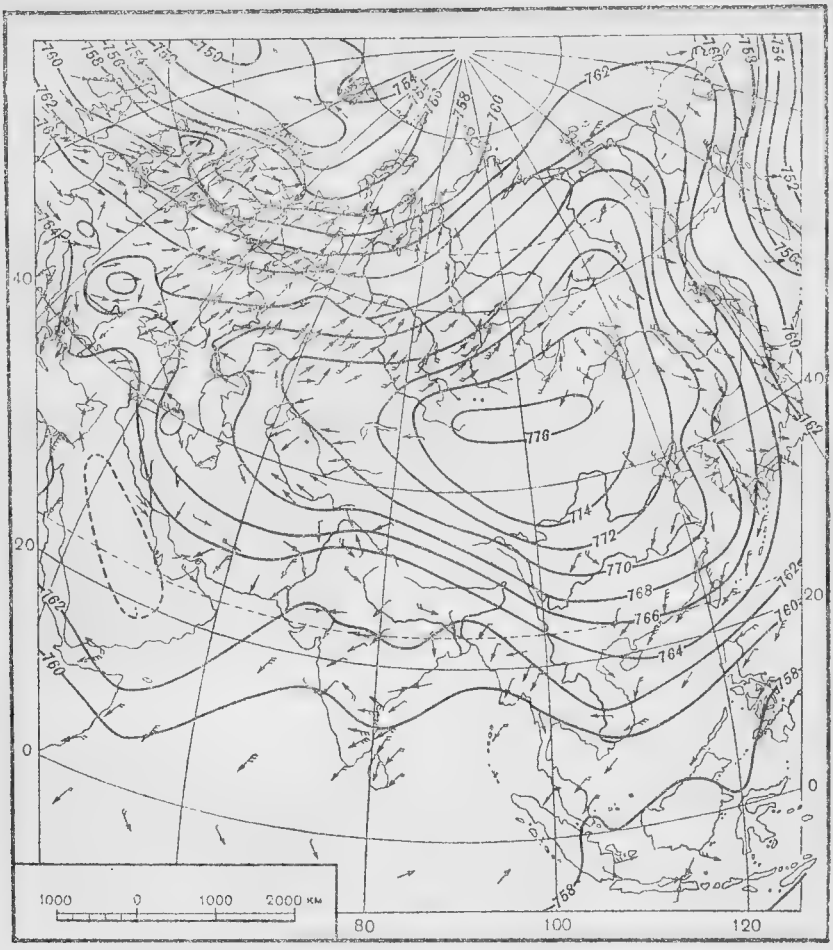


Рис. 25. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Азией в январе.

ограничивает распространение на восток атлантического воздуха, и 3) как зимой, так и летом внутренние области Азии являются обширным очагом формирования масс континентального воздуха, отличающегося резкими годовыми и суточными колебаниями температуры. Эти процессы настолько крупны, что ни Уральский хребет, ни даже Кавказские горы не могут ограничивать их распространение.

Однако Урал и Кавказ лежат, если и не на границе климатического влияния азиатского континента на западе, то близко к восточной границе распространения главных масс атлантического воздуха, вторгающегося в Европу. Но в данном случае не Урал и не Кавказ ограничивают, как горные хребты, этот

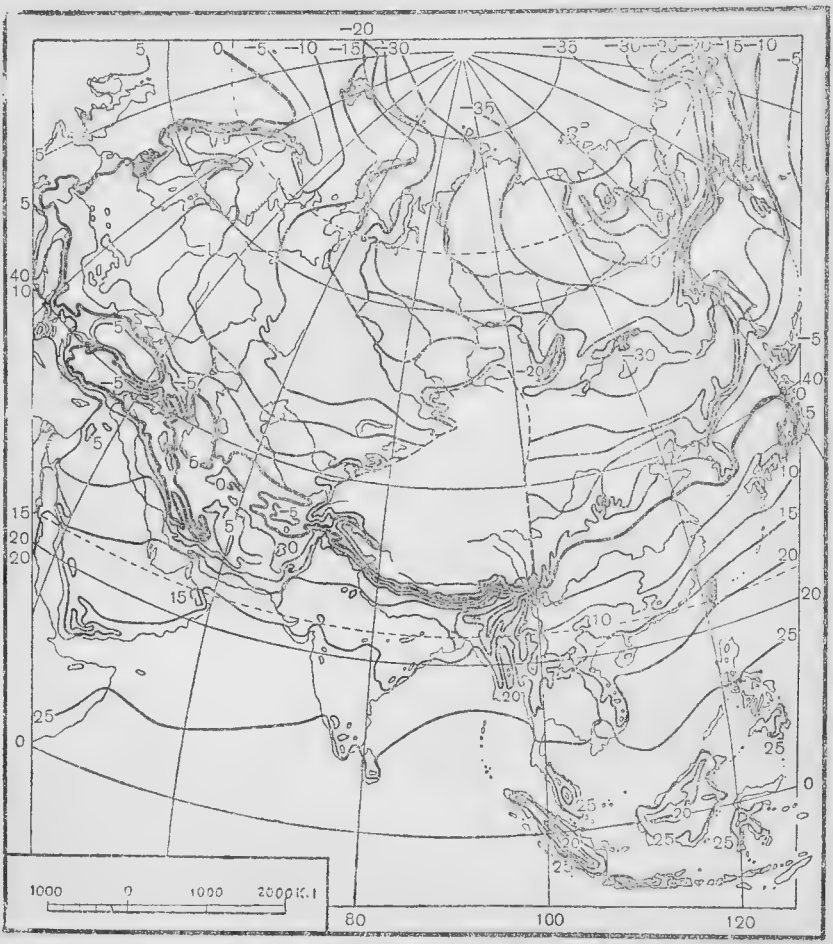


Рис. 26. Изотермы января в Азии (не приведены к уровню моря).

приток, а соответствующее распределение атмосферного давления. Благодаря такому положению Кавказ и Урал, особенно первый, если не создают сами, то обостряют намечающиеся климатические границы между Европой и Азией.

В климатическом отношении более естественной границей между Азией и Европой является Кавказский хребет, а не Кумо-Манычская впадина. Климатическая граница, отмечаемая Кавказским хребтом, является границей высшего порядка по сравнению с Уралом, так как хребты Большого Кавказа отделяют субтропическую Азию от умеренного пояса Европы. Уральский же хребет служит границей между климатическими областями одной и той же зоны.

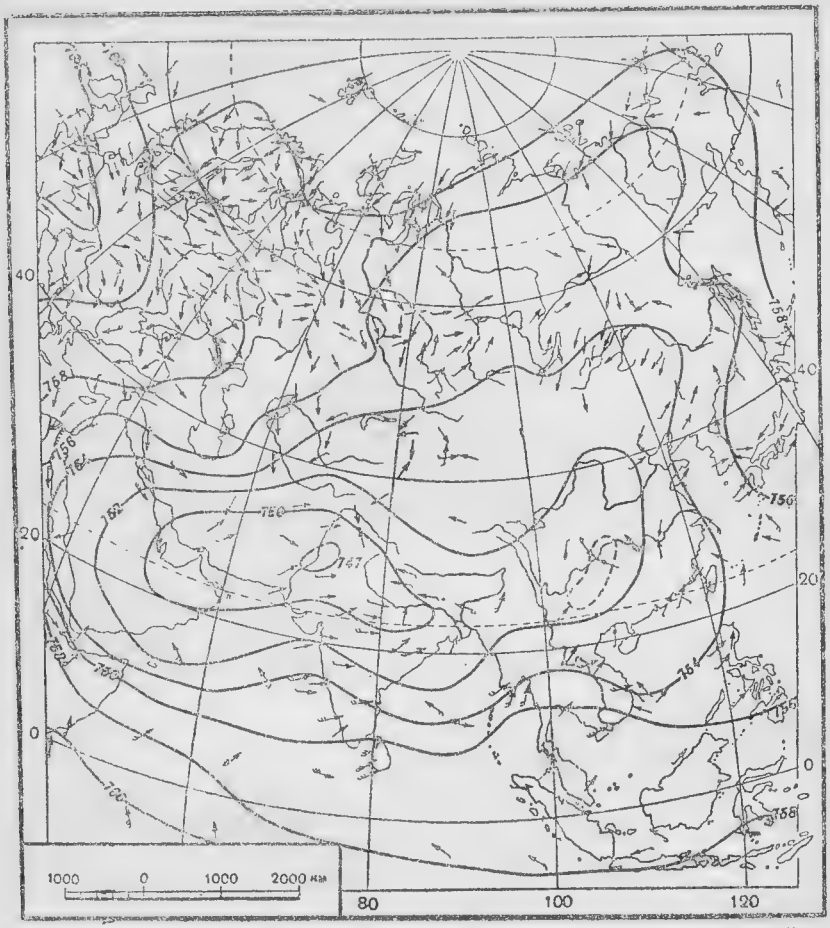


Рис. 27. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Азией в июле.

Материк Азии в меридиональном направлении захватывает все климатические широтные зоны: южные районы Малаккского полуострова лежат в зоне экваториального воздуха, северное побережье Азии — в зоне арктического воздуха. Границы зон распределяются на континенте весьма своеобразно, в зависимости от особенностей атмосферной циркуляции и рельефа (см. рис. 31—схематическую карту климатических зон и областей Азии).

2. ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ВОЗДУХА

Азиатский континент только самой южной своей частью входит в зону экваториального воздуха. К этой зоне можно отнести южную половину полуострова Малакка, южную часть Цейлона, а также Большие Зондские острова.

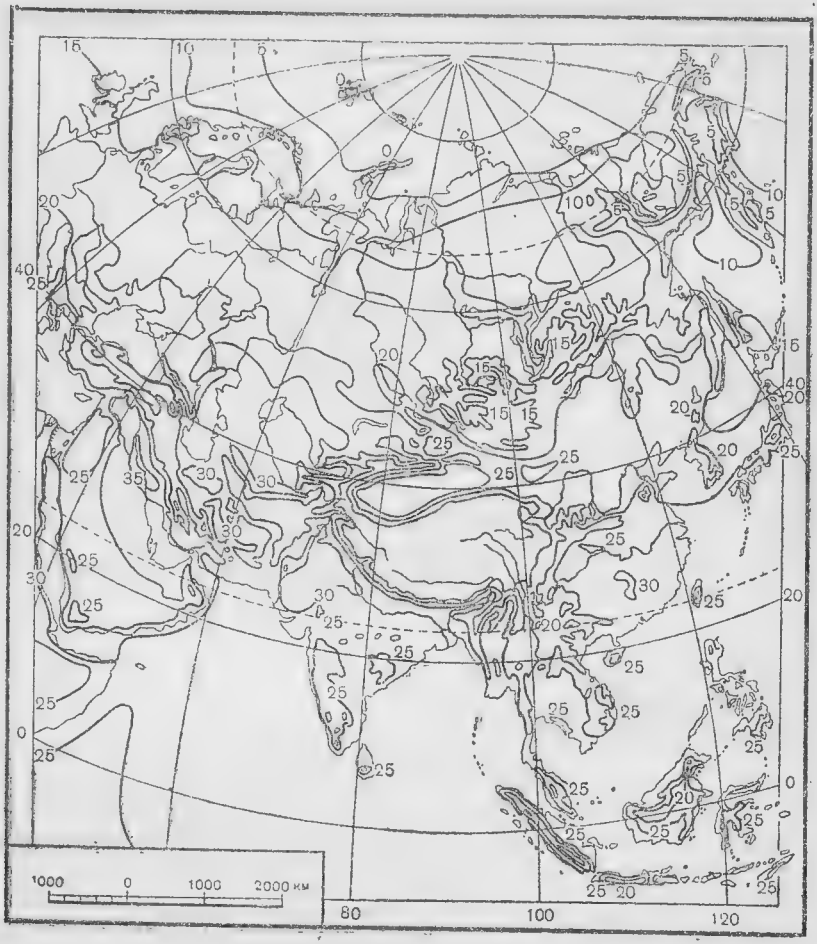


Рис. 28. Изотермы июля в Азии (не приведены к уровню моря).

Экваториальный воздух формируется в экваториальных широтах над Индийским океаном летом северного полушария из тропического воздуха юго-восточного пассата, зимой — из тропического воздуха северо-восточного пассата. Насколько можно судить по характеру облачности и осадкам (см. ниже «Климатические области Индийского океана»), область постоянного преобладания экваториального воздуха в северном полушарии занимает полосу около 6° шириной, считая к северу от экватора.

Экваториальный климат наиболее южных районов Азии отличается весьма малой годовой амплитудой температуры и значительным количеством осадков в течение всего года. В качестве примера приведем данные по Сингапуру.

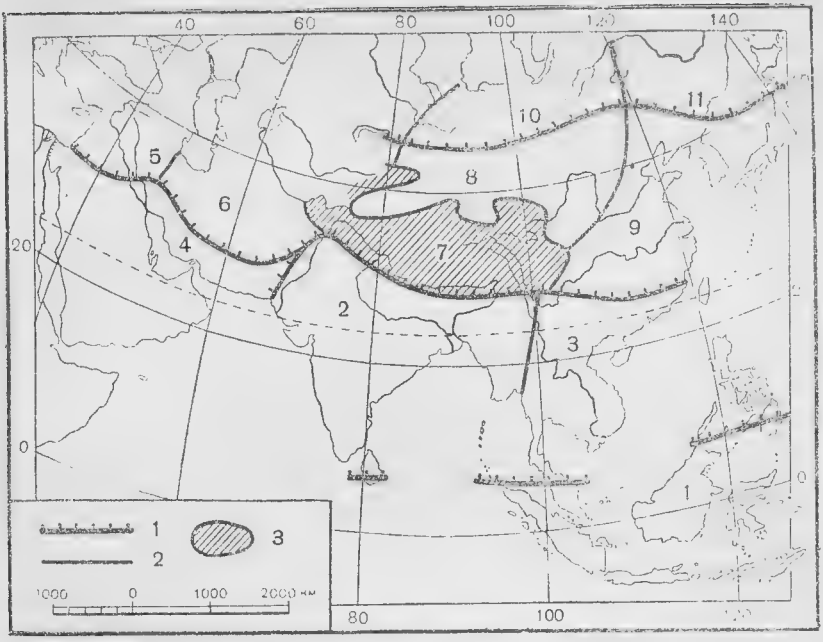


Рис. 29. Схематическая карта климатических зон Азии с входящими в них климатическими областями.

Экваториальная зона: 1—Южноиндийская. Зона экваториальных муссонов: 2—Индийская, 3—Индокитайская. Тропическая зона: 4—Аравийская. Субтропическая зона: 5—Средиземноморская, 6—Иранская, 7—Высокогорная, 8—Центрально-азиатская, 9—Муссонная. Умеренная зона: 10—Континентальная, 11—Муссонная.
Границы: 1—зон, 2—областей, 3—высокогорных областей.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Температура (мм)											
25,7	26,1	26,8	27,1	28,5	27,3	27,2	27,0	26,9	26,7	26,3	25,9
Относительная влажность (%)											
85	81	82	82	83	82	81	81	81	82	84	85
Осадки (мм)											
215	155	166	174	182	169	172	217	181	208	254	263

У северной границы экваториальной зоны в годовом ходе осадков начинает проявляться тенденция к усилению летних осадков и ослаблению зимних, хотя и в зимние месяцы осадков в среднем выпадает еще достаточное количество. Приводим примеры годового распределения осадков (мм).

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Пенанг 5°34′ с. ш., 100°20′ в. д. Осадки (мм)											
100	80	120	180	180	180	230	480	410	280	280	120
Коломбо 6°56′ с. ш., 79°51′ в. д. Осадки (мм)											
80	50	120	290	310	210	110	100	180	370	320	160

Ослабление зимних осадков указывает на то, что в этих широтах трансформация относительно сухого воздуха северо-восточного пассата в экваториальный воздух полностью еще не завершается, что особенно сказывается в феврале, когда пассат отличается наибольшей устойчивостью.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ

Главной особенностью, определяющей характер циркуляции над южной Азией, является широтное расположение континента, благодаря которому зона наиболее высоких температур летом лежит около 25° с. ш., в некоторых местах около 30°, т. е. значительно дальше от экватора, чем на других континентах. В связи с этим летний экваториальный муссон заполняет весь Индокитай и Индостан до Гималаев на севере и Сулеймановых гор на западе. Нигде больше на земном шаре экваториальный муссон и связанный с ним тропический фронт не заходят столь далеко от экватора. Это обстоятельство, а также большая влажность индийского экваториального воздуха придают циклонической деятельности на индийском тропическом фронте, как показали исследования индийских метеорологов[1], вид, несколько сходный с процессами полярного фронта. Экваториальный воздух здесь только в нижнем слое холоднее тропического, на высоте же 1,5 или 2 км он взаимодействует в циклонах как теплая масса, в связи с чем циклоны тропического фронта над Индией развиваются подобно циклонам полярного фронта.

[1] Десаи Б. Н. (Desai B. N.), Маль С. (Mal S.), 1933.

Экваториальная граница области муссонов лежит над океаном, и только южная половина полуострова Малакки, как говорилось выше, находится в зоне экваториального воздуха.

Северная граница муссонной зоны определяется летним положением тропического фронта. Однако положение последнего далеко не везде может быть прослежено с достаточной точностью и в большинстве случаев приходится прибегать к косвенным показателям, свидетельствующим о распространении летнего муссона в тех или иных районах. К таким показателям относятся: некоторое снижение температуры и рост влажности воздуха в летние месяцы по сравнению с последним весенним и первым осенним, а также резко выраженный период летних дождей. В типичных условиях муссонного климата весьма характерным является также зимне-весенний период засухи.

Исходя из этих признаков, северную границу экваториальных муссонов на северо-западе можно провести вдоль Сулеймановых гор, в Гималаях — во всяком случае по их юго-западному и южному склону, а может быть и несколько севернее и на северо-востоке — по южной части Южно-Китайских гор. Аравийский полуостров лежит полностью вне муссонной зоны, так как летом здесь преобладают северо-западные ветры, с которыми континентальный воздух выносится в Аравийское море.

В зоне экваториальных муссонов выделяются две климатические области, отличающиеся по характеру воздушных масс: Индийская и Индокитайская. В состав первой входят Индия и Бирма, ко второй относятся Сиам, Аннам и Южный Кантон. Климатические различия между этими областями проявляются, главным образом, в зимнее время года, когда дует северо-восточный муссон.

В западной, т. е. в Индийской, климатической области, защищенной с севера исключительной по своей мощности системой горных хребтов, представляющих непреодолимое препятствие для прямых вхождений континентального воздуха умеренной зоны, зимний тропический воздух формируется, главным образом, из антипассатных масс и отличается относительно высокой температурой. В Индокитайской климатической области северо-восточное течение тропического воздуха в значительной мере составляет продолжение северного течения, являющегося зимним континентальным муссоном восточной Азии. Таким образом, зимний тропический воздух Индокитая формируется из холодного континентального и потому сам является относительно холодным. В качестве примера приведем средние температуры января в Нагпуре и Лансоне:

Нагпур (21°09′ с. ш., 79°04′ в. д., 313 м) . . . . . 20,4°

Лансон (21°50′ с. ш., 106°46′ в. д., 259 м) . . . . . 14,2°

В связи с этим Индостан и Бирма принадлежат к местностям, отличающимся весьма малым изменением температуры зимой с севера на юг, южный же Китай и соседние с ним районы Индокитая — к местностям с наиболее быстрым падением температуры к северу в этих широтах, что было отмечено еще А. И. Воейковым [1].

Северная граница зоны распространения экваториального муссона в южной Азии, отмечаемая летним положением тропического фронта, не вполне установлена из-за недостатка данных. На Тибетском нагорье лето дождливо, и дожди приносятся преимущественно ветрами южных румбов (юго-западными и юго-восточными), на что впервые было указано Н. М. Пржевальским и что потом было подтверждено стационарными метеорологическими наблюдениями. Исходя из этого, можно было бы допустить, что граница области экваториального муссона пролегает через Тибетское нагорье вплоть, может быть, до истоков рек Янцзы и Хуан-хэ. Но аэрологические исследования [2] показывают, что хотя вертикальная мощность муссона в передней Индии достигает 5 км, но все это течение поворачивает вдоль южных склонов Гималаев и направляется к северо-западу. Таким образом, остается не вполне ясным, проникает ли экваториальный воздух в Тибет или летние дожди там связаны с другими воздушными массами. В юго-восточный Китай экваториальный муссон проникает, о чем можно судить по своеобразному ходу температуры и осадков в южном Кантоне и северо-восточном Индокитае. Так, например:

	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.
Лансон (21°50′ с. ш., 106°46′ в. д., 259 м)						
Температура (C°)	22,2	26,1	27,4	27,2	27,3	25,9
Осадки (мм)	90	170	200	280	270	160

Падение температуры в середине лета (хотя и очень небольшое) и усиление осадков свидетельствуют о вхождениях экваториального воздуха.

Муссонный климатический режим Индии и Индокитая характеризуется сухой солнечной умеренно-теплой зимой, резко засушливой и к концу очень жаркой весной, дождливым, очень влажным летом и относительно сухой, теплой осенью, являющейся почти повсюду самым здоровым временем года.

Зимой в муссонных областях южной Азии преобладает северо-восточное течение, несущее тропический воздух. Течение это, как указывалось выше, является по существу пассатом,

[1] Воейков А. И., 1884.
[2] Вагнер (Wagner), 1931.

проявляющимся, однако, только в сухое время года. Устойчивость этого зимнего пассата значительно меньше летнего экваториального муссона — повторяемость зимних северо-восточных ветров не превышает в среднем 50%, тогда как повторяемость летних юго-западных местами достигает 80%. Однако, несмотря на изменчивость направлений ветра зимой, погода в общем имеет устойчивый антициклональный характер.

В западной климатической области муссонной зоны, в которую входят Индостан и Бирма, пассат зарождается над южными склонами Гималаев и имеет мало связи с континентальными воздушными массами Центральной Азии. Поэтому в зимние месяцы температура держится в среднем довольно высоко — в южных районах от 20 до 25°, в северных — от 10 до 15°. Только в Пенджабе при прохождении иранских полярнофронтовых циклонов иногда выпадает снег и наблюдаются легкие морозы.

В восточной области в восточном Индокитае в зимний пассат втекает воздух, формирующийся в антициклонах над восточным субтропическим Китаем, снижающий температуры пассатного течения. Это особенно заметно в северных районах области, к югу же температура выравнивается в связи с общим прогреванием воздуха. У 15° с. ш. уже нет существенного различия между средними температурами зимних месяцев на востоке и на западе муссонной зоны.

Весна в муссонной зоне южной Азии отличается большой сухостью. Вместе с тем в весенние месяцы происходит и быстрый рост температуры, так что конец весны является наиболее жарким и засушливым временем года. Это — самый опас-

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Нагпур (21°09′ с. ш., 79°04′ в. д., 310 м)

Температура (С°)

20,4	23,5	28,0	32,6	34,7	30,3	26,9	26,3	26,9	25,8	22,3	19,5

Относительная влажность (%)

54	43	34	30	28	59	82	83	79	61	57	54

Осадки (мм)

10	10	10	10	20	210	340	250	210	50	10	10

ный момент. Только начало летних муссонных дождей может прекратить дальнейшее нарастание жары и сухости. Но не всегда экваториальный муссон приходит во-время. По невыясненным еще причинам наступление летнего дождливого сезона иногда запаздывает, и растительность поражается засухой.

Приводим средний годовой ход температуры, влажности и осадков в центральной Индии (см. стр. 83, внизу).

Начало летнего сезона отмечается почти внезапным наступлением периода дождей. Обычно перелом с сухой жаркой весны на дождливое, влажное лето происходит быстро и решительно, распространяясь последовательно в течение одного или полутора месяцев от южных до наиболее северных районов. Правда, вхождение экваториального муссона на юге Индии и Индокитая наблюдается обыкновенно уже в мае, как видно, например, из хода осадков в Сайгоне (10°47′ с. ш., 133° 14′ в. д.):

	Март	Апрель	Май	Июнь
Осадки (мм)	16	41	212	239

В середине июня экваториальный воздух заполняет уже почти всю Индию и Индокитай и к началу июля достигает Пенджаба и Кантона.

В северо-западной Индии муссонное течение ограничивается западным течением тропического воздуха, распространяющегося по южной периферии летней Иранской депрессии. Таким образом, местности, лежащие вдоль нижнего течения Инда, находятся у границы распространения муссона, и, благодаря недостаточной вертикальной его мощности, осадков здесь выпадает крайне мало. По берегам Инда, в нижнем его течении до самого устья, лежат наиболее засушливые области Индии с годовым количеством осадков менее 200 мм. К югу, по мере увеличения вертикальной мощности муссона, количество осадков быстро возрастает.

В значительно ослабленном виде экваториальный муссон все же проникает в северный Пенджаб в междуречье Сетледж-Инд, о чем можно судить, например, по ходу осадков в Лагоре (31° 6′ с. ш., 72° 3′ в. д.):

	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Осадки (мм)	20	50	170	120	50

Особенно быстрый рост осадков к югу от Пенджаба наблюдается на западных берегах Индостана, что вызывается не только усилением муссона, но, главным образом, влиянием горного хребта Западных Гат. Уже несколько севернее 20° с. ш. годовое количество осадков составляет около 1 000 мм, а еще южнее, на обращенных к муссону склонах гор, осадки

местами достигают 5 000 и 6 000 мм. К востоку от Гат, на плоскогорье Декан, значительно суше; здесь количество осадков снова падает в среднем до 1 000 мм. Приводим данные по трем характерным пунктам:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Бомбей (18°58′ с. ш., 72°50′ в. д.)											
5	0	0	0	10	520	620	380	280	45	10	0
Магабулешвар (17°58′ с. ш., 73°43′ в. д., 1 380 м)											
10	0	10	30	30	1 210	2 680	1 840	810	140	30	10
Нагпур (21°09′ с. ш., 79°04′ в. д., 310 м)											
10	0	10	10	20	210	340	250	210	50	10	10

Западное побережье Индии представляет, может быть, единственное место на земном шаре, где так резко, почти внезапно, происходит смена сухого времени дождливым: еще в мае держится засуха, в июне же осадков выпадает столько, что где-нибудь в умеренных широтах их с избытком хватило бы на целый год. Муссонные осадки западного берега чрезвычайно показательны для изучения процесса образования осадков при динамическом подъеме влажнонеустойчивой массы, так как здесь месячные количества летних осадков могут достигать порядка наибольших на земном шаре значений.

На восточное побережье Индостана экваториальный юго-западный муссон проникает, пройдя предварительно над довольно высоким внутренним плоскогорьем и перевалив через невысокую горную цепь Восточных Гат; в результате он прогревается и становится суше. В период летнего муссона осадков на восточном берегу выпадает немного. Осадки возрастают только осенью, когда преобладают юго-восточные ветры, несущие влагу с Бенгальского залива. Зимой и весной, при северо-восточном течении, осадки на восточном берегу, как и во всей остальной Индии, очень малы. Примером могут служить Мадрас и Неллор (см. стр. 86, вверху).

В северо-восточную Индию муссон притекает с Бенгальского залива с южными и юго-восточными ветрами, отклоняясь от юго-западного направления, под влиянием барической депрессии, возникающей летом над северо-востоком Индостана.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Мадрас (13°07′ с. ш., 80°18′ в. д.). Осадки (мм)											
20	5	10	20	50	50	100	120	120	280	340	130
Неллор (14°27′ с. ш., 80°01 в. д.). Осадки (мм)											
10	0	5	5	30	40	60	80	90	270	260	80

Эти ветры очень влажны, и максимум осадков здесь снова переходит на лето.

А	М	И	И	А	С	О	Н
Калькутта (22°35′ с. ш., 88°22′ в. д.). Осадки (мм)							
40	140	280	310	320	260	100	20

В береговой полосе северной Бенгалии годовое количество осадков колеблется от 1 500 до 2 000 мм. Но несколько далее к северу, на южных склонах Гималаев, по которым происходит поднятие влажного воздуха муссона, осадки настолько усиливаются, что эта область, наряду с Камерунским побережьем в Африке и Гавайскими островами, является наиболее дождливой на земном шаре. Однако и здесь при исключительно дождливом лете резко выражен сухой зимний период:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Черрапунджа (25°17′ с. ш., 91°47′ в. д., 1 250 м). Осадки (мм)											
20	60	280	820	1 310	2 670	2 780	1 940	1 350	360	40	5

В некоторые годы в Черрапундже выпадает до 20 000 мм и суточное количество может значительно превышать 500 мм. Столь большое количество осадков, которое наблюдается в Черрапундже, надо считать все же местным явлением, но и в среднем на южном склоне восточных Гималаев выпадает, вероятно, не менее 8 000 и 10 000 мм.

В юго-восточном Индокитае экваториальный муссон сохраняет юго-западное направление, и дождливый летний сезон во внутренних районах, расположенных в бассейне р. Меконга, захватывает те же месяцы, что и в западной Индии, восточные же склоны гор Аннама и побережье Южно-Китайского моря оказываются по отношению к муссону в подветренном положении. Лето здесь относительно сухо, и дождливый сезон, как и на восточном побережье Индостана, смещается на начало осени, когда дуют преимущественно юго-восточные ветры.

В северном Индокитае и в Кантоне экваториальный муссон с самого начала лета имеет юго-восточное направление, следуя восточной периферии южнокитайской барической депрессии (см. рис. 27), и сезон дождей приходится, как и в большей части муссонной зоны, на летние месяцы. Приводим примеры распределения муссонных дождей в юго-восточном и северном Индокитае.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Нгатранг (12°15′ с. ш., 109°12′ в. д.). Осадки (мм)											
64	27	55	22	48	50	46	47	170	348	380	203
Лансон (21°50′ с. ш., 106°46′ в. д.). Осадки (мм)											
25	53	51	88	170	202	283	272	165	71	38	20

Осень в муссонной зоне характеризуется постепенным ослаблением экваториальных вхождений и смещением тропического фронта к югу. Быстро уменьшается в связи с этим и количество осадков. В северных районах дождливый период прекращается раньше, в южных — позднее. Приводим для примера данные по трем станциям Индии о числе дождливых дней.

	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь
Симла (31°06′ с. ш.) . .	19	9	1	1
Гайдерабад (25°23′ с. ш.)	12	11	5	3
Салем (11°39′ с. ш.) . .	10	9	9	6

Исключение представляют, как указывалось выше, восточное побережье Индостана и восточное побережье Индокитая, где осенью наблюдается, наоборот, усиление осадков. Так, например, в Нгатранге число дней с дождем составляет: в августе — 7, в сентябре — 14, в октябре — 18, в ноябре — 17.

К характерным явлениям осени в муссонной зоне относятся тропические циклоны (тайфуны), хотя они могут наблюдаться в весенние и в летние месяцы. Тайфуны зарождаются над океаном и приходят к берегам Азии преимущественно с юго-востока. Тропические циклоны Индийского океана представляют грозное явление, и разрушительная сила их очень велика, но наблюдаются они редко. Так, в Бенгальском заливе в среднем отмечается около 10 циклонов в год, в Южно-Китайском море несколько более.

Зарождение тропических циклонов связано с тропическим фронтом, чем и объясняется более частое их появление на юге Азии — осенью, т. е. в то время, когда тропический фронт проходит над этими районами, смещаясь в более низкие широты.

Благоприятное в этом смысле положение наблюдается также весной, но осенью больше влажность воздуха, что имеет значение в смысле запасов энергии вертикальной неустойчивости в воздушных массах, переходящей в благоприятных случаях в кинетическую энергию тайфунов.

ЗОНА ТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДУХА

Области, в которых во все сезоны года преобладающей массой является тропический воздух, занимают Аравийский полуостров и южную часть Ирана. Далее на восток зона экваториального муссона смыкается с зоной субтропической, и северная граница распространения экваториального воздуха летом почти совпадает с южной границей продвижения воздуха умеренной зоны зимой. Таким образом, в восточной половине Азии зона тропического воздуха в общем распределении широтных климатических поясов выпадает.

По характеру воздушных масс зона тропического воздуха в Азии однородна и в этом смысле представляет одну климатическую область. Летом континентальный тропический воздух формируется в этой области в западной половине Иранской барической депрессии. Эта депрессия охватывает летом всю так называемую Переднюю Азию, распространяя свое влияние и на субтропические районы. Большая сухость иранского тропического воздуха обусловлена сильным прогреванием относительно бедного влагой воздуха умеренных широт Азии, втягивающегося в Иранскую депрессию по ее западной окраине.

Помимо общей сухости воздуха на больших пространствах, крайне неблагоприятным для развития циклонической деятельности обстоятельством является расходимость воздушных течений — иранский тропический воздух, огибая депрессию с запада, течет затем на восток, африканский тропический воздух — по периферии отрога Азорского антициклона на запад.

Зимой, когда температура над Аравией снижается в среднем до +15°, повышенное давление притропических широт рас-

пространяется на Аравию и Иран, над которыми в отдельных, в большинстве случаев, антициклонах и формируется тропический воздух. Однако и зимой тропический воздух юго-западной Азии не вливается в общий пассатный перенос, а по западной периферии зимнего аравийского антициклона возвращается к северу, встречаясь здесь на малоазиатской ветви полярного фронта с воздухом умеренной зоны.

Северную границу зоны тропического воздуха в юго-западной Азии, основываясь на появлении зимних регулярных дождей, связанных с полярным фронтом, можно провести через южную Сирию, южную Месопотамию, по горам южного Ирана, к среднему течению Инда.

В тропической зоне Азии, распространяющейся на Аравию и южный Иран, климатические условия довольно однообразны; различие заключается только во влажности воздуха, которая очень велика по берегам Красного, Аравийского морей и Персидского залива и очень мала во внутренних районах. Однако это резкое увеличение влажности на берегах морей носит местный характер и ограничивается нижним слоем воздуха, тем более, что условия для конвективного обмена на побережье мало благоприятны.

Преобладающей воздушной массой и на побережье и во внутренних районах является континентальный тропический воздух, вообще очень сухой, но на берегах повсюду очень влажный в нижнем слое.

Циклоническая деятельность в тропической зоне наблюдается очень редко, по этой причине и осадков почти нет. В южный Иран зимой заходят иногда циклоны средиземноморско-иранской ветви полярного фронта и могут вызывать обильные дожди. Так, например, в Бушире число дней с осадками очень мало, но осадки эти довольно обильны.

	Декабрь	Январь	Февраль	Год
Число дней с дождем	4	4	3	18
Количество осадков (мм)	86	79	63	310
То же на аравийском побережье в Маскате:				
Число дней с дождем	1	2	1	7
Количество осадков (мм)	14	37	22	120

В юго-западной Аравии и в южной половине Красного моря циклоническая деятельность связана с пассатным фронтом, разделяющим тропический воздух Аравии от тропического воздуха Африки. Осадки здесь выпадают также зимой, но их очень мало, и только в горах Иемена годовое количество достигает 400 мм.

Температурный режим Аравии и южного Ирана определяется, главным образом, годовым ходом инсоляции, так как, благодаря слабому развитию циклонической деятельности, ад-

векция, как климатический фактор, не играет существенной роли. Только в Иране и в северной Аравии наблюдаются иногда зимой значительные похолодания; возможны даже легкие заморозки, хотя и не каждый год. Средняя температура июля в западной Аравии и горной части южного Ирана от 25 до 30°, в восточной Аравии и на побережье Персидского залива — несколько выше 30°, а в южной Месопотамии — до 35°. Средние температуры января: в южной половине зоны от 15 до 20°, в северной от 10 до 15°.

Континентальный тропический климат Аравии и южного Ирана носит в общем пустынный характер, но все же в этом смысле несколько мягче климата североафриканских пустынь, особенно в западной возвышенной части Аравии. Здесь несколько ниже температура летних месяцев и несколько больше выпадает осадков. Лучшим свидетельством в этом отношении могут служить почвенные различия.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

Субтропическая зона в Азии занимает широкую полосу, пролегающую с запада на восток через весь континент. Летом в субтропической зоне преобладает тропический воздух, формирующийся в устойчивых размытых барических депрессиях в значительной мере термического происхождения. Таковы депрессии, возникающие над Туранской низменностью и над Монголией. По западной периферии этих депрессий втягивается воздух умеренной зоны в субтропические области, трансформируясь по пути в воздух тропический.

Зимой субтропические районы заполняются континентальным воздухом умеренных широт, продвигающимся, в большинстве случаев, по южной окраине зимнего континентального антициклона.

Северная граница субтропической зоны определяется летним пределом массового распространения на север тропического воздуха. Тропический воздух летнего времени года в субтропической Азии является преимущественно продуктом трансформации континентального воздуха умеренной зоны. Процесс трансформации начинается отчасти уже в умеренной зоне, но там он не получает полного развития не столько по причине недостатка возможной (соответственной географической широте) инсоляции, сколько потому, что трансформация ослабляется циклонической деятельностью, сопровождаемой облачностью, выпадением осадков и усилением ветра. Так, например, в южных районах Западной Сибири в летние месяцы наблюдается в среднем не менее 10 дней с дождливой погодой, и облачность сокращает возможную инсоляцию несколько больше, чем на 50%.

К югу от 45° с. ш. во внутренних районах Азии инсоляция

летом настолько велика, и ветры в общем настолько слабы, что притекающий сюда воздух умеренных широт в большей своей части трансформируется в тропический. На этой широте в среднем и располагается северная граница субтропической зоны в Азии.

Однако в отдельных частях этой территории граница оказывается сдвинутой или к северу или к югу. В наиболее западной своей части, на Кавказе, она проходит вдоль южных склонов Большого Кавказа, начинаясь в западном Закавказье около 43° с. ш. и спускаясь на востоке к 41°.

Такой значительный сдвиг климатической границы к югу объясняется наличием горной системы Кавказа, над высокими поднятиями которого, благодаря энергичному обмену воздуха со свободной атмосферой, а также значительной облачности и выпадению обильных осадков, не происходит трансформации воздуха умеренной зоны в воздух тропический. Пример столь же значительного смещения к югу климатической границы между умеренной и субтропической зонами наблюдается также на Балканском полуострове, где эта граница идет по южным склонам Динарского и Балканского хребтов.

К востоку от Большого Хингана граница круто сворачивает к югу и выходит к Желтому морю по 40° с. ш. На той же широте она проходит через Корею и Японские острова.

Сдвиг границы к югу в восточном Китае вызван притоком воздуха с моря и развитием здесь циклонической деятельности в летнее время, усиливающей обмен воздуха и ослабляющей инсоляцию (благодаря большой облачности).

Таким образом, процесс трансформации континентального воздуха умеренной зоны в воздух тропический в летнее время получает наибольшее развитие на обширных равнинах, в связи с чем и граница субтропической зоны занимает наиболее северное положение в Центральной Азии.

На обширных пространствах субтропической Азии можно выделить несколько климатических областей. Главными из них являются: 1) Средиземноморская, включающая Малую Азию, Сирию и Месопотамию, вплоть до Западно-Иранского нагорья; 2) Иранская, занимающая Иранское нагорье до хребтов Гиндукуш и Памир; 3) Высокогорная, включающая высокогорные районы Памира, Тянь-шаня, хребтов Центральной Азии и Тибет; 4) Центрально-азиатская, располагающаяся на пространстве от хребтов Тянь-шаня на западе до Большого Хингана на востоке и 5) Муссонная, принадлежащая к бассейну Тихого океана и занимающая Великую Китайскую равнину, а также территорию к югу от р. Янцзы до Южно-Китайских гор. Западная граница этой области проходит по водоразделу от Большого Хингана к хребту Циньлин-шань и далее по восточным склонам Тибетского нагорья.

Средиземноморская климатическая область

Средиземноморская климатическая область занимает так называемую Переднюю Азию, до границ: на юге с тропической зоной и на севере с умеренным поясом. По мнению Бауэра, Вейкмана и др. климатический режим Передней Азии в значительной мере носит муссонный характер. Зимним муссоном, по их мнению, является восточное континентальное течение, летним — западное, несущее воздух с Атлантического океана и Средиземного моря. В основном это справедливо, но требует внесения существенных замечаний.

Зимнее континентальное течение, связанное с южной окраиной отрога Азиатского антициклона, несет не холодный, а относительно теплый воздух с юго-востока, что следует из положения зимних изобар над Малой Азией (см. рис. 25) и подтверждается также относительно высокими температурами, наблюдающимися зимой в Месопотамской низменности (например, средняя температура в Багдаде составляет 9°, см. также рис. 26). По тем же исследованиям Вейкмана [1] получается, что низкие температуры в Малой Азии зимой наблюдаются не при восточных вхождениях, а главным образом при северных и северо-западных.

Таким образом, континентальный «муссон» в Передней Азии не несет с собой холодного воздуха. Да и вообще преобладание восточного течения зимой в Малой Азии является сомнительным, так как господствующие ветры по наблюдениям ряда станций оказываются не восточные, а северные или северо-западные. Отчасти это может быть объяснено искажением ветров местными условиями рельефа, но только отчасти. Основной причиной несовпадения господствующего направления ветров со средним распределением давления является циклоническая деятельность; это подтверждается и тем, что пути зимних циклонов, движущихся со Средиземного моря, в основном проходят над Малой Азией.

Значительно более устойчиво летнее северо-западное течение, связанное с отрогом Азорского антициклона [2], что подтверждается аэрологическими наблюдениями. Однако надо иметь в виду, что этот летний «муссон» по характеру сопутствующей ему погоды не похож на летний муссон восточной Азии. Последний приносит обильные осадки, тогда как лето в Малой Азии засушливо, как и в области Средиземного моря. И не потому лето сухо, что воздух, притекающий с летним течением в Малую Азию, сух, но, главным образом, потому, что затухает циклоническая деятельность, тогда как летние муссоны восточной Азии, наоборот, теснейшим образом связаны с циклонической деятельностью.

[1] Вейкман Л. (Weickman L.), 1926.
[2] Бауэр Г. (Bauer G.), 1935.

В более континентальных районах Малой Азии осадки усиливаются весной, что объясняется постепенным продвижением полярного фронта к северу и повышением его активности в связи с прогреванием тропического воздуха на юге. Но к лету и здесь осадки резко уменьшаются.

Климат Передней Азии в субтропической зоне имеет много общего с климатом Средиземноморья и особенно его восточной половины. Это сходство не только внешнее, но объясняется и общностью климатообразующих процессов.

Зимой здесь развивается циклоническая деятельность, в процессе которой, как и в восточной части Средиземного моря, взаимодействуют тропический воздух и воздушные массы умеренного пояса, преимущественно континентальные. Зима в этой области является дождливым временем года; в северных районах нередко наблюдаются снегопады. Характерны также для зимнего периода резкие колебания температуры, особенно в южной Месопотамии, где вхождения жаркого очень влажного воздуха Персидского залива внезапно сменяются холодными северо-западными и северными ветрами, причем температура иногда опускается ниже 0°.

Лето очень сухое и главной причиной, как и в Средиземноморье, является развитие антициклонального состояния, связанного с распространением отрога Азорского антициклона.

Наиболее ярко выражено влияние средиземноморского климатического режима в Передней Азии на средиземноморском

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Смирна (38° 26′ с. ш., 27° 10′ в. д.). Температура (С°)											
7,6	8,8	11,5	15,1	20,3	24,1	26,8	26,2	22,5	18,7	13,3	9,4
Осадки (мм)											
110	84	81	43	32	14	3	2	18	44	91	131
Иерусалим (31°48′ с. ш., 35°11′ в. д., 750 мм). Температура (С°)											
7,0	8,6	10,8	14,9	19,4	21,3	22,9	23,0	21,3	19,1	13,3	9,2
Осадки (мм)											
165	127	104	40	6	0	0	0	1	10	59	146

побережье как на выдающемся на запад полуострове Малой Азии, так и в расположенной значительно восточнее и южнее Палестине. Примером могут служить годовой ход температуры и осадков в Смирне и Иерусалиме (см. стр. 93 внизу).

Хотя климат Малой Азии, Сирии и Месопотамии и находится под большим влиянием факторов, действующих в области Средиземного моря, но в то же время не малая роль принадлежит и континенту Азии, влияние которого быстро усиливается к востоку. Многое в этих изменениях зависит не от материка в целом, а от характера рельефа той или иной страны.

Здесь имеются в виду, главным образом, столь характерные для рельефа Азии обширные плоскогорья. В условиях летней инсоляции субтропического пояса на нагревании воздушных масс над обширными плоскогорьями сравнительно мало сказывается влияние абсолютной высоты, что обнаруживается уже в восточных районах Малой Азии (и еще больше на Иранском плоскогорье). Зимой же плоскогорья охлаждаются значительно сильнее низменностей. Таков, например, годовой ход температуры в Диарбекире, лежащем на высоте 600 м над уровнем моря.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Диарбекир (37° 55′ с. ш., 40° 22′ в. д.)											
0,6	4,7	8,6	14,7	20,1	26,0	30,8	30,7	24,7	17,7	10,2	4,5

Характерно также усиление общей засушливости на континенте по сравнению со средиземноморскими странами, что видно из следующих цифр:

	Афины	Багдад
Годовое количество осадков (мм) .	390	230
Средняя годовая влажность воздуха (%)	65	55

Эта наиболее западная климатическая область субтропической Азии на юге граничит с Аравией, на востоке с Ираном и на севере с хребтами Большого Кавказа.

Иранская климатическая область

Далее на восток располагается Иранская климатическая область. На восток она простирается до Гиндукуша и Памира. На юге ее отделяют от тропической области южноиранские горы. Северная ее часть заходит несколько на территорию Туркменской ССР.

Зимой в этой области развивается циклоническая деятельность на иранской ветви полярного фронта, на которой взаимодействуют, главным образом, континентальные воздушные массы: континентальный тропический воздух южного Ирана и Аравии и континентальный воздух умеренной зоны. Этот воздух отчасти притекает из внутренней Азии, но в значительной мере формируется на территории Ирана и советских среднеазиатских республик. Средиземноморский воздух проникает в Иран лишь в редких случаях. Сухостью континентальных воздушных масс и объясняется недостаток осадков по сравнению со средиземноморскими странами. Небольшое количество выпадающих зимой в Иране осадков в большинстве случаев не в состоянии возместить резкой засушливости летнего сезона.

Подобно тому как и в области Средиземного моря, циклоническая деятельность в центральные зимние месяцы развивается преимущественно в южных районах, в более же северных весной и осенью, главным образом весной, когда температурный контраст между тропическим воздухом и сильно охладившимся за зиму воздухом умеренной зоны больше, чем осенью. Это хорошо видно из следующих примеров годового хода осадков:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Бушир 29°02′ с. ш.											
79	63	23	12	0	0	0	0	0	3	50	86
Кабул 34°30′ с. ш.											
26	21	110	15	2	2	2	0	0	1	15	29
Мешхед 36°20′ с. ш.											
10	20	50	50	20	5	0	0	0	10	20	10

В отличие от Малой Азии и Месопотамии, находящихся под довольно сильным влиянием Средиземного моря, зима в Иранской климатической области более сурова, что лишь отчасти может быть объяснено характером поверхности, представляющей в основном обширное плоскогорье, значительно приподнятое над уровнем моря. Главной же причиной является доступность холодным континентальным вхождениям масс

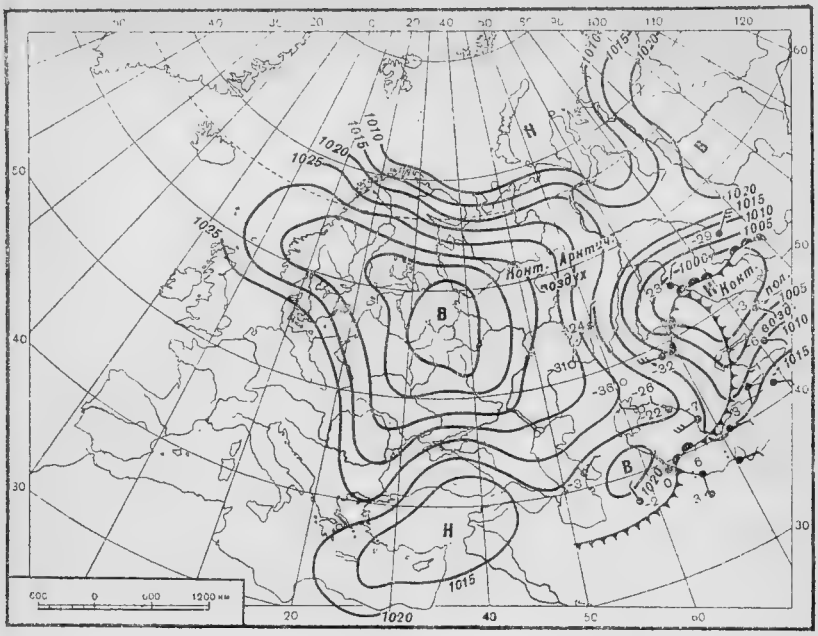


Рис. 30. Вхождение арктического воздуха на Туранскую низменность (7/I—1935 г.)

умеренного и арктического воздуха (рис. 30). Так, например, в северном Иране (Герат, Тегеран) наблюдаются в отдельные годы морозы до —20°, в южных же районах, например, Кветте — до —10°. Средние температуры января (на высоте 1 000—1 500 м) составляют около 1° на севере и 4° на юге.

Весна отличается, как было указано выше, постепенным смещением с юга на север по территории Ирана полосы дождей, и в то же время быстрым ростом температуры. Так, например, в Тегеране средняя температура в январе несколько ниже 1°, в феврале уже почти 6°, а в мае 22°.

Уже в мае почти над всем Ираном преобладает тропический воздух. Средняя температура июня в северном Иране достигает 27°, а июля 30° (на высоте 1 000 м над уровнем моря). Выпадение осадков почти совершенно прекращается: на юге в связи со смещением на север зоны полярного фронта, на севере же благодаря размыванию фронтов под действием общего интенсивного прогревания над Туранской низменностью воздушных масс, притекающих из умеренной зоны.

Летом, в связи с возникающей над юго-востоком Ирана барической депрессией, наблюдается приток воздуха с северо-запада (см. рис. 27), и таким образом иранский тропический воздух формируется из воздуха умеренной зоны западной Азии, все более и более прогревающегося и удаляющегося от

состояния насыщения сначала над Казахстаном, а затем над Туранскими пустынями. Этим и объясняется большая сухость воздуха летом над Ираном, а также на территории среднеазиатских советских республик.

Преобладание сухих северо-западных ветров наблюдается примерно до октября; поэтому и сентябрь месяц в Иране относится собственно еще к летнему сезону, тем более, что и температура в сентябре стоит еще довольно высокая—в среднем около 25°.

С октября температура начинает быстро понижаться, и выпадают первые дожди, которые к зиме постепенно усиливаются. Меняется и циркуляционная обстановка — пониженное давление сменяется высоким (тенденция к этому есть уже в сентябре) и северо-западные ветры над большей частью Ирана (за исключением западных районов) сменяются на северо-восточные.

В дальнейшем с развитием циклонической деятельности направление ветров делается более неустойчивым.

Высокогорная климатическая область

В ряду других климатических областей субтропической Азии эта область занимает особое положение, так как влияние свободной атмосферы, если и не во всех случаях превалирует, то всегда оказывает очень большое влияние на климат высокогорных районов. Это влияние особенно становится заметным потому, что высокогорная область занимает наиболее континентальное положение на пути западно-восточного переноса воздуха, являющегося основным течением в средней тропосфере на этих широтах. Таким образом, высокогорную область можно рассматривать как некоторое включение в окружающее резко континентальное климатическое поле. Ослабление континентальности климата наблюдается здесь, конечно, главным образом, на выдающихся в свободную атмосферу горных хребтах, но и на высоких обширных плоскогорьях континентальность выражена несколько меньше, чем, например, на Туранской низменности, если судить по годовому ходу температуры.

Дело не только в этом формальном критерии континентальности, а в том, что характерный для других субтропических областей процесс — формирование тропического воздуха — летом в высокогорных районах развиваться не может.

В невозможности трансформации воздуха умеренных широт в воздух тропический в высокогорных странах, хотя бы этот процесс и развивался интенсивно над прилегающими равнинами, может быть и заключается наиболее существенное отличие летних условий в субтропической зоне от собственно тропической, в которой тропический воздух формируется из опускаю-

щегося водуха антипассатов, транспортирующих тепло из области экватора [1], а не получающих его только от подстилающей поверхности в самой тропической зоне. Тепло, получаемое континентальным тропическим воздухом от сильно разогретой поверхности тропических пустынь и степей, не является решающим в смысле формирования нового типа воздушной массы, а лишь дополнительно повышает температуру нижних слоев континентального тропического воздуха, отличая его этим от воздуха морского тропического.

Условия атмосферной циркуляции в высокогорной области субтропической Азии настолько еще мало освещены, что нельзя судить и о типе воздушных масс, наблюдающихся здесь в летнее время.

В зимнее время преобладающей воздушной массой является азиатский континентальный воздух, но существенную роль играют и западные вхождения европейского, а может быть и атлантического воздуха, сопровождаемые обильными снегопадами, которые и служат, наряду с процессом непосредственной конденсации влаги из относительно теплого европейского воздуха, источником питания обширных ледников. Области Тибета эти влажные вхождения почти не достигают, и зима здесь сухая.

Учитывая указанные особенности высокогорных климатов субтропической Азии, к Высокогорной климатической области следует отнести все местности, лежащие выше 3 000 м, начиная от западных хребтов Тянь-шаня и Памиро-Алая до восточных склонов Тибетского нагорья.

В климатическом отношении высокогорная область неоднородна, и ее необходимо разделить хотя бы на две части: западную и восточную. Более подробное районирование в настоящее время невозможно из-за отсутствия данных. К западной части относятся Гиндукуш и западный Тибет. К восточной — центральная и восточная части Тибетского нагорья. Объединяющим западную и восточную части является сильное влияние на климат процессов, развивающихся в средней тропосфере, но на западе эти процессы несут на себе влияние Атлантики, на востоке — Тихого и, вероятно, Индийского океанов.

Характерной особенностью для западной части высокогорной области является выпадение зимой осадков, приносимых западными циклонами.

Показателен в этом отношении ход осадков холодной половины года, например, в Сринагаре, хотя Сринагар расположен не в высокогорной, а в среднегорной части западных Гималаев.

---

[1] Имеется в виду вынос антипассатами тепла, освобождающегося при конденсации водяного пара (облака) в экваториальной зоне.

	Н	Д	Я	Ф	М	А
Осадки (мм)	6	18	59	68	45	21

Хотя количество осадков, выпадающих в этих циклонах, вообще невелико и более или менее значительно только в крайних западных районах, все же на Тибетском нагорье и особенно в его восточной половине еще суше, что объясняется тем, что эта часть Тибета, вместе со всей восточной субтропической Азией, попадает в область зимнего Азиатского антициклона.

Летом, наоборот, циклоническая деятельность значительно сильнее развита в восточном и центральном Тибете, хотя и в западной части летом выпадают осадки и в некоторых местах по количеству даже превосходят зимние, как, например, на Памирском плато. Летние осадки восточного Тибета связаны с летними муссонами юго-восточной Азии и достаточно велики, чтобы питать истоки таких крупных рек, как Меконг, Янцзы-цзян, Хуанхе. Летние осадки центрального Тибета, возможно, приносятся муссонами Индийского океана, на что в свое время указывалось Воейковым и Пржевальским.

Одной из характерных особенностей климата высокогорной области является большая сухость воздуха, которая объясняется не столько недостатком осадков, которых, учитывая низкую температуру (температура июля в среднем ниже 15°), выпадает не так уж мало, сколько очень большой абсолютной высотой, на которой влагосодержание воздушных масс вообще можно считать в четыре раза меньше, чем в нижних слоях атмосферы. Этот резкий недостаток водяного пара в воздухе является причиной и больших суточных колебаний температуры.

Центрально-азиатская климатическая область

Эта область занимает обширное пространство от восточных склонов Памира и Тянь-шаня до Большого Хингана. С юга она граничит с хребтами, окаймляющими Тибетское нагорье. На севере — с умеренной зоной, граница которой, как было сказано выше, пролегает по северной Джунгарии и южной Монголии.

Зимой над Центрально-азиатской областью располагается почти центральной своей частью зимний континентальный антициклон. Летом устанавливается барическая депрессия. В условиях интенсивного антициклогенеза зимой и размытых термического происхождения депрессий летом, облачность мала и ветры слабы: зимой и летом облачность в среднем не превышает 40%, средняя скорость ветра составляет около

3 м/сек. Таким образом, условия для проявления климатического влияния подстилающей поверхности складываются здесь исключительно благоприятно, что выражается, например, в величине годовой амплитуды температуры, которая здесь составляет около 35°, местами же превышает 40°, тогда как на юге Туранской низменности она лишь около 30° (например, в Репетеке). Зимой здесь наблюдается большое разнообразие температуры в зависимости от форм рельефа: даже на близком расстоянии и при малой разности высот средние месячные температуры в котловине могут быть на 10° ниже, чем на возвышенности. Близость к центральной части области интенсивного зимнего антициклогенеза является причиной довольно суровой зимы, даже в южных районах. В Яркенде и Кашгаре, расположенных на высоте 1 200 м, средняя температура января составляет около —6°; столь низкая температура в западном Памире наблюдается только на высоте свыше 2 000 м. В северных районах области температура января спускается до —15°. Осадков зимой почти совсем не выпадает.

Летом над Центрально-азиатской климатической областью устанавливается пониженное давление (см. рис. 27) в результате сильного прогревания воздуха. Средняя картина распределения давления слагается из весьма часто наблюдающихся здесь размытых барических депрессий, внутри которых градиенты давления малы и ветры слабы. Но время от времени над пустынными пространствами проносятся песчаные бури, возникающие нередко за счет очень сильного нагревания приземных слоев воздуха. В условиях этих размытых депрессий, как и над Туранской низменностью, формируется тропический воздух. Осадков и летом выпадает очень мало.

В восточной части депрессии преобладают ветры южных направлений, с которыми летний тропический воздух Китая переносится на север. При встрече этого тропического воздуха с воздухом северной Монголии возникает восточноазиатская ветвь полярного фронта, положение которой над Монголией определяет северную границу субтропической зоны. С циклонической деятельностью на этом фронте связаны летние осадки северной Монголии. Таков, например, ход осадков в Улан-Баторе.

Северные районы Монголии уже нельзя отнести к субтропической зоне.

В Монголии появление в годовом ходе осадков достаточно ясно выраженного летнего максимума служит признаком перехода в умеренную зону. Этот метеорологический показатель находит и здесь свое подтверждение в показателях почвенных и ботанических.

Осенью монгольская ветвь полярного фронта размывается под действием начинающегося уже с октября интенсивного антициклогенеза, что легко обнаружить по ходу осадков. В ок-

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Улан-Батор (47°55′ с. ш., 106°59′ в. д.)											
0	0	0	3	5	13	33	28	10	3	3	3

тябре, по данным монгольских станций, повсюду количество осадков резко уменьшается и приближается к количеству, соответствующему зимним месяцам, т. е. всего лишь около 5 мм.

Восточной границей области служит южная часть хребта Большой Хинган, к востоку от которого располагается область летнего тихоокеанского муссона. Тихоокеанский воздух, конечно, проникает и к западу от Хингана, но связанные с муссоном осадки остаются на восточных склонах хребта. В зимнее время года хребет существенной климатической роли не играет.

Южнее Хингана восточная граница идет приблизительно по течению Хуанхе до хребта Цыньлин-шань, оставляя Ордос к западу, что может быть обосновано значительным увеличением атмосферных осадков и изменением характера растительности. К востоку и к югу от области Ордоса годовое количество осадков превосходит 400 мм и появляется лесная растительность, что указывает на усиление нового фактора климата — тихоокеанского муссона.

Муссонная субтропическая область

Муссонная климатическая область субтропической Азии характеризуется развитием муссонной циркуляции, оказывающей решающее влияние на общий характер климата этой территории.

Зимний муссон субтропической восточной Азии несет континентальный воздух умеренной зоны из более северных широт, нежели субтропические, — из северной Монголии, Маньчжурии, а в отдельных случаях и из Забайкалья и Приамурья. В этом и заключается отличие воздуха муссона «местного» от воздуха субтропической Центральной Азии, где зимний воздух формируется над значительно более южными районами — над Гоби, над Ордосом. Поэтому во многих местах можно обнаружить характерную закономерность, что западные районы зимой теплее восточных. Так, например, средняя температура января в Пекине —5°. На той же широте на берегу Корейского залива в Сингисю —9°. Почти на той же широте в резко континентальных условиях, в Бухаре, средняя температура января составляет только —3°. Какова же сила охлаж-

дающего действия зимнего муссона на восточном побережье Азии!

Зимний период в северных районах области отличается сухостью. Причина заключается не столько в сухости притекающего с севера воздуха, сколько в близости к центральной части континентального зимнего антициклона. В долине Янцзы и южнее зимой выпадает значительное количество осадков (хотя и намного меньше, чем летом), что связано с циклонической деятельностью на фронтах, возникающих между континентальным и тихоокеанским воздухом.

Приводим примеры хода температуры и осадков в холодное время года.

	Н	Д	Я	Ф	М
Пекин (39°54′ с. ш., 116°28′ в. д.)					
Температура (С°) . . .	4,0	—2,7	—4,5	—1,5	5,1
Осадки (мм)	7	2	4	4	8
Ханькоу (30°35′ с. ш., 114°17′ в. д.)					
Температура (С°) . . .	12,8	6,0	2,9	5,7	11,9
Осадки (мм)	49	30	47	48	93
Число дней с осадками	6	6	10	8	12

Летний юго-восточный муссон в субтропической зоне (см. рис. 27) приносит на континент морской тропический воздух и в летние месяцы здесь развивается циклоническая деятельность на полярном фронте. В циклонах главного полярного фронта из морского тропического воздуха выпадает много осадков. Причем максимум осадков, по мере продвижения фронта к северу, смещается на более поздние месяцы.

Приводим данные по тем же пунктам за период летнего муссона.

	А	М	И	И	А	С
Пекин						
Температура (С°)	13,8	20,3	24,7	26,4	25,3	20,1
Осадки (мм)	16	34	83	256	144	58
Ханькоу						
Температура (С°)	17,4	23,0	26,5	29,8	29,6	24,5
Осадки (мм)	149	172	232	185	100	76
Число дней с осадками	14	11	12	10	7	8

Летний муссон оттекает по западной периферии тихоокеанских антициклонов и несет, таким образом, с юга очень теплый и влажный тропический воздух, в связи с чем температу-

ра и влажность воздуха летом в субтропической муссонной области достигают очень больших значений. В долине р. Янцзы средние температуры июля и августа достигают 30°, а относительная влажность поднимается в среднем до 85%.

На юге муссонная субтропическая область граничит с зоной экваториальных муссонов. Как указывалось ранее, граница проходит вдоль Южно-Китайских гор и устанавливается в соответствии со следующим.

1) Зимой в зоне экваториальных муссонов преобладающей воздушной массой, в отличие от субтропической зоны, является тропический воздух, представляющий пассатное течение, в связи с чем несколько уменьшается количество зимних осадков; 2) летний муссон несет экваториальный воздух более влажный, чем воздух морской тропический, в связи с этим сильно возрастает количество летних осадков и, таким образом, усиливается контраст между недостатком осадков зимой и обилием их летом; 3) вхождения экваториального воздуха летом приносят некоторое понижение температуры, что вызывает характерное для климатических условий экваториально-муссонной зоны понижение температуры летних месяцев или во всяком случае замедление в росте температуры в центральные летние месяцы. Показательно в этом отношении сравнение, например, хода температур и осадков в Шанхае и Гонконге.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Шанхай (31°14′ с.ш., 121°27′ в. д.). Температура (С°)											
3,3	4,0	7,8	13,4	18,6	22,9	26,8	26,6	22,7	17,4	11,1	5,6
Осадки (мм)											
50	59	84	93	94	180	148	145	128	72	50	36
Гонконг (22°15′ с.ш., 114°11′ в. д.). Температура (С°)											
15,4	14,3	17,2	21,3	24,9	27,0	27,0	27,0	26,8	24,5	20,6	17,0
Осадки (мм)											
25	33	83	138	316	413	403	375	318	133	29	25

Северная граница субтропической муссонной области с муссонной областью умеренной зоны устанавливается, глав-

ным образом, на том соображении, что в летнее время в субтропической зоне вхождения морского воздуха в большинстве случаев не вызывают существенного понижения температуры, а в некоторых случаях даже, наоборот, несут жаркую удушливо-влажную погоду, тогда как морской муссон умеренной зоны несет в окклюдированных циклонах относительно холодный воздух и нередко сопровождается туманом или моросящим дождем. Как указывалось ранее, граница эта пролегает от центральной части Большого Хингана несколько севернее Мукдена, к северным границам Кореи.

К субтропической муссонной области относятся и Японские острова, за исключением северных районов острова Хонсю, а также острова Хоккайдо. Зимой над Японскими островами преобладает северо-западное муссонное течение, с которым переносится воздух отчасти с континента по восточной периферии континентального антициклона, отчасти морской воздух, поступающий по западной окраине Алеутской барической депрессии. Летом к Японским островам притекает морской тропический воздух в юго-восточном потоке, и над Японией развивается циклоническая деятельность на главном полярном фронте.

Следует указать, что и в зимние месяцы нередко наблюдается прохождение циклонов, и вообще зимняя антициклональность в Японии выражена значительно слабее, чем на континенте. Однако между летом и зимой наблюдается существенное различие в путях циклонов. Зимой циклоны чаще проходят своим центром к юго-востоку от Японии и последняя попадает преимущественно в их тыловые части. Летом пути циклонов лежат севернее, и циклоны проходят или своей центральной или южной частью. В связи с этим на западном побережье главного острова Хонсю, которое зимой оказывается в наветренном положении по отношению к тыловым северо-западным ветрам циклонов, получают усиление зимние

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Канадзава (76°33′ с. ш., 136°40′ в. д.)											
263	193	170	156	143	186	215	160	268	215	276	342
Хамамацу (34°43′ с. ш., 137°43′ в. д.)											
68	70	144	184	205	253	217	225	300	180	104	70

осадки, на восточном и особенно на юго-восточном, наоборот, летние. Сравним годовой ход осадков в Канадзаве и Хамамацу.

расположенных по прямой на расстоянии 250 км, но первый на западном берегу, у северо-западных склонов гор, а второй к югу от них (см. таблицу на стр. 104).

Нельзя не указать на особенность расположения Японии в отношении путей тайфунов, зарождающихся в субэкваториальных широтах и для которых затем полярный фронт служит направляющим фактором в их движении в субтропическую и умеренную зоны.

Перемещаясь в первой фазе своего развития преимущественно в северо-западном направлении, тайфуны достигают юго-восточных берегов Азии. Здесь они, попадая в область циклонической деятельности полярного фронта, в большинстве случаев претерпевают существенные изменения, меняют направление на северо-восточное и движутся к Японским островам.

Япония лежит, можно сказать, на главной дороге тайфунов, уходящих в Тихий океан. Наиболее часто тайфуны проходят над Японией в конце лета и в начале осени (август и сентябрь), потому что в эти месяцы наблюдается и наиболее частое их возникновение вообще, в связи с началом перелома в условиях общей циркуляции атмосферы на зимнее полугодие. Тропический фронт, на котором зарождаются тайфуны, в это время останавливается в своем движении к северу и начинает двигаться обратно к экватору. Этот момент и является наиболее благоприятным для развития тропических циклонов.

УМЕРЕННАЯ ЗОНА

В умеренной зоне Азии (за исключением территории СССР) можно выделить две климатические области, имеющие продолжение на север на территории СССР: Континентальную Центрально-азиатскую и Муссонную.

Континентальная Центрально-азиатская климатическая область

Континентальная область занимает, главным образом, северную Монголию. Ее южная граница определяется летним положением восточноазиатской ветви полярного фронта, которая проходит, как указывалось ранее, через центральные районы Монголии к южному Хингану. Циклоническая деятельность, развивающаяся на этом фронте, обусловливает летний дождливый период, характерный для северной половины Монголии. Таков, например, годовой ход осадков в Улан-Баторе (см. ниже).

На западе область граничит с хребтами Алтая и Западных Саян. Восточной ее границей служит хребет Большой Хинган, к востоку от которого становится заметным влияние муссонных факторов.

Климатический режим области отличается наибольшей континентальностью, если проявление последней видеть не только в значительной мере в формальном и не всегда показательном признаке — величине годовой амплитуды температуры, а в общем характере распределения атмосферного давления над континентом. Положение области в центре обширного антициклона зимой и размытой барической депрессии летом указывает на исключительно важную роль в процессе климатообразования трансформации воздушных масс по сравнению с адвекцией. Именно эту область имел в виду А. И. Воейков, говоря о метеорологическом центре азиатского континента.

Зимой эта территория оказывается в центре антициклонической области, представленной обширным антициклоном на карте атмосферного давления в январе (рис. 25). Характерные для зимы затишье и малая облачность способствуют образованию в замкнутых понижениях рельефа «озер холода», в связи с чем распределение температуры в пересеченных местностях настолько своеобразно, что не представляется возможным построение системы изотерм. Наблюдаются случаи, когда средние температуры января (и других зимних месяцев) в двух близко расположенных пунктах отличаются более чем на 10° только благодаря различию в местных формах рельефа. Осадков почти совсем нет, и обнаженная почва подвергается глубокому промерзанию. Сухая зима и следующая за ней почти столь же сухая весна составляют резкий контраст с погодой лета, в течение которого хотя и в небольшом количестве, но регулярно выпадают осадки. Осень наступает рано и уже в октябре над Монголией начинают формироваться устойчивые антициклоны. Приводим в качестве примера климатические данные по Улан-Батору.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Год
Улан Батор (47°55′ с. ш., 106°50′ в. д., 1 300 м) Температура (С°)												
—23,7	—19,2	—1,3	0,7	8,0	14,6	17,1	15,3	8,1	—0,8	—13,2	—21,2	
Осадки (мм)												
0	0	0	3	5	13	33	28	10	3	3	3	101
Число безоблачных дней												
14	13	12	5	2	1	4	3	5	10	13	12	

Муссонная область

Муссонная область располагается к востоку от Большого Хингана и занимает всю Маньчжурию за исключением северо-западных районов, располагающихся к западу от Хингана и тяготеющих в климатическом отношении к Континентальной Центрально-азиатской области.

Южная граница Муссонной области, по сравнению с предыдущей Континентальной, значительно смещена к югу под действием летнего муссона, приносящего хотя и сильно прогретый воздух, но все же относящийся в основном к умеренной зоне. Теплые секторы тихоокеанских циклонов заполнены морским тропическим воздухом, проходят южнее — над Кореей и Восточно-Китайским морем. Континентальный же тропический воздух (китайский) проникает в Маньчжурию только в отдельных случаях, так как приходящие с запада циклоны (восточно-азиатского полярного фронта) на территории Маньчжурии в большинстве случаев оказываются окклюдированными.

Лето в Маньчжурии, особенно на центральной равнине, весьма теплое, так как притекающий морской воздух (летний муссон) прогревается над окруженной почти со всех сторон горами равниной. Вся Муссонная область летом обильно орошается осадками, которые во многих местах за три летних месяца составляют более 70% годового количества. Осадки выпадают главным образом в циклонах Тихоокеанского полярного фронта, возникающих у восточных берегов Азии и уходящих в океан. В связи с этим муссонные циклонические осадки охватывают сравнительно небольшую территорию и на запад от Большого Хингана проникают редко.

Обильные осадки и приток морского воздуха поднимают влажность воздуха, особенно в южных районах.

Зимний муссон, оттекающий по восточной периферии зимних антициклонов, несет холодный восточно-сибирский воздух. Вертикальная мощность этого потока превышает 3 км, и он без затруднения перетекает через горные хребты, ограничивающие Маньчжурию на севере. Зима в Муссонной области отличается низкой температурой, сухостью и, в отличие от соседней Континентальной области, более сильными ветрами. Весна отличается большой сухостью воздуха, который, поступая с севера с низкими температурами, быстро прогревается и удаляется от состояния насыщения.

Зимний муссон из года в год отличается значительно большим постоянством, нежели летний, зависящий от развития циклонической деятельности на Тихоокеанском полярном фронте, который в отдельные годы продвигается то больше, то меньше к северу.

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра, С°		Ср. из годовых, С°		Отн. влажность, %		Облачность, %		Колич. осадков, см.			Число дней с осадками	
			наиб. тепл. месяца	наиб. хол. месяца	макс.	мин.	наиб. влажн. месяца	наиб. сухого месяца	наиб.	наим.	год.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Экваториальная	Индийская	Сингапур 1°18′ с., 103° 51′ в.	V 28	I 26	38	18	XII 85	VII 80	XI 60	III 40	235	XII 26	II 16	XII 18	II 12
		Пенанг 5°21′ с., 100° 15′ в.	IV 28	XII 26	—	—	X 80	II 70	X 60	I 30	280	IX 48	II 8	—	—
Экваториальных муссонов		Бомбей 18°58′ с., 72° 50′ в.	V 29	I 24	35	16	VIII 90	II 70	VII 90	III 10	190	VII 62	III 0	VII 25	0
		Магабулешвар 17°58′ с., 73°43′ в. 1 380 м.	—	—	—	—	—	—	—	—	680	VII 268	III 0	—	—
		Пуна 18° 31′ с., 72° 52′ в. 560 м.	IV 29	XII 21	—	—	VIII 80	III 30	VIII 80	III 30	70	VII 18	II 0	VII 21	0
		Нагпур 21°09′ с., 79°04′ в. 810 м.	III 35	XII 20	46	8	VII 80	IV 30	VII 90	II 30	115	VII 33	II 1	VII 20	II 1
		Мадрас 13°07′ с., 80° 18′ в.	V 32	I 24	42	10	XI 80	VI 60	VII 70	III 20	125	IX 34	II 1	IX 14	II 1
		Калькутта 22°35′ с., 88°22′ в.	V 30	I 18	40	9	VIII 90	II 70	VIII 80	I 10	155	VIII 32	I 1	VIII 24	XII 1
		Черрапунжа 25°17′ с., 91°47′ в. 1400 м.	—	—	—	—	—	—	—	—	1165	VII 278	XII 1	—	—
		Дарджилинг 127°03′ с., 88°16′ в. 2 250 м.	VII 16	I 5	26	—1	VIII 90	IV 75	VII 60	XII 10	310	VII 76	XII 0	VII 13	XII 0
		Агра 27°10′ с., 78°8′ в.	V 34	I 16	46	4	VIII 70	IV 30	VII 60	XII 10	66	VII 24	XII 0	VII 10	XII 0
		Карачи 24°52′ с., 67° 03′ в.	VI 30	I 19	42	7	VIII 80	XII 55	VII 70	XII 10	19	VII 8	V 0	VII 6	0
	Индокитайская	Бангкок 13°45′ с., 100° 30′ в.	IV 28	XII 23	36	15	IX 80	III 70	IX 70	XII 20	150	V 24	I 0	IX 21	I 1
		Гюэ 16°30′ с., 107° 36′ в.	VI 29	II 19	40	12	—	—	—	—	260	X 67	III 1	X 19	III 3
		Гайпонг 21°0′ с., 106° 6′ в.	VII 29	II 16	37	9	—	—	—	—	175	IX 31	XII 30	IX 19	XII 6
Тропическая		Аден 13°0′ с., 44° 30′ в.	VI 31	I 24	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—
		Джидда 21°30′ с., 39° 12′ в.	VIII 31	I 22	42	15	IX 70	III 60	—	—	8	XII 4	VII 0	—	—
		Маскат 23°36′ с., 58° 36′ в.	VI 32	I 21	—	—	IX 75	V 50	—	—	13	I 4	VII 0	I 3	0

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра, С°		Ср. из. годовых, С°	
			наиб. тепл. месяца	наиб. хол. месяца	макс.	мин.
Субтропическая	Средиземноморская	Яффа 32°01′ с., 34° 46′ в.	VIII 27	I 2	39	1
		Иерусалим 31°46′ с., 35°14′ в. 750 м.	VII 23	I 7	36	—2
		Багдад 33°21′ с., 44° 24′ в.	VIII 34	I 9	47	—4
		Трапезунд 44°0′ с., 39° 44′ в.	VIII 23	I 6	32	—2
	Иранская	Тегеран 35°40′ с., 51° 26′ в. 1 160 м.	VII 29	I 1	—	—
		Кабул 34°30′ с., 69°11′ в. 1 900 м.	VII 25	I 0	—	—
	Высокогорная	Лех 34°12′ с., 77°42′ в. 3510 м.	VII 17	I —8	32	—20
	Центральноазиатская	Кашгар 39°28′ с., 76° 0′ в. 1 230 м.	VII 27	I —6	—	—
	Муссонная	Пекин 39°54′ с., 116° 28′ в.	VII 26	I —5	37	—15
		Ханькоу 30°36′ с., 114° 17′ в.	VIII 29	I 4	35	—6
		Шанхай 31°14′ с., 121° 27′ в.	VII 27	I 3	39	—9
		Токио 35°42′ с., 139° 46′ в.	VIII 25	I 3	37	—9
		Ниигата 37°55′ с., 139° 03′ в.	VIII 25	II 1	36	—10
		Канадзава 36°34′ с., 136°40′ в.	VIII 26	II 2	38	—10
Умеренная	Континентальная	Кобдо 47°59′ с., 91° 35′ в., 1 300 м.	VII 19	I—23	—	—
	Муссонная	Харбин 45°45′ с., 126° 48′ в.	VII 23	I—20	—	—

Продолжение

Отн. влажность, %		Облачность, %		Колич. осадков, см.			Число дней с осадками	
наиб. влажн. месяца	наиб. сух. месяца	наиб.	наим.	год.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
I 80	VIII 60	I 50	VII 20	52	I 14	VII 0	I 12	VII 0
I 75	V 40	I 50	VII 10	65	I 16	VII 0	I 12	VII 0
XII 60	VIII 40	II 40	VII 0	23	II 5	VII 0	III 6	0
—	—	—	—	88	XII 12	VII 4	II 13	VII 7
—	—	—	—	25	III 5	VIII 0	—	—
—	—	—	—	28	III 12	IX 0	—	—
I 60	VI 40	II 70	X 40	7	VII 1	0	—	—
—	—	—	—	20	III 5	VIII 0	—	—
VIII 75	IV 50	VII 50	I 20	62	VII 21	XII 0	VII 14	XII 0
VIII 80	XII 75	—	—	129	VI 25	XII 2	VI 12	XII 4
VIII 85	XII 75	VI 70	XII 50	117	VI 18	XII 2	VI 14	XII 7
VII 85	II 65	—	—	147	IX 19	XII 5	I 17	XII 7
VII 85	III 75	I 90	VIII 60	180	XII 23	V 9	XII 28	VIII 12
VII 85	IV 75	I 90	VIII 60	253	XII 37	V 15	XII 26	VIII 12
—	—	—	—	12	VII 4	I 0	—	—
—	—	—	—	59	VII 12	I 0,3	—	—

Приводим пример годового хода температуры, осадков и влажности в Муссонной области.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Год
Цицикар (47°10′ с. ш., 123°47′ в. д.; 150 м) Температура (С°)												
—19,7	—15,1	—8,1	4,7	13,5	19,2	23,1	21,4	13,4	4,4	—8,5	—18,3	
Осадки (мм)												
2	2	4	10	30	80	116	82	36	12	6	2	382
Относительная влажность (%)												
70	70	49	45	44	52	66	66	62	48	65	70	

Таковы особенности распределения климатических широтных зон и составляющих их климатических областей на азиатском континенте, являющего примеры крайнего развития континентальных форм климата во всех поясах. Только пояс экваториального воздуха представлен в Азии весьма скромно. Все же остальные типы климатических режимов, встречающиеся на этом континенте, за исключением еще тропического, который уступает тропическому североафриканскому, развиты с исключительной силой и яркостью и как бы представляют примеры крайне возможного в условиях нашей планеты. Так например.

1. Нигде больше, кроме Азии, экваториальные муссоны не распространяются так далеко от экватора и нигде больше на земном шаре пояс экваториальных муссонов не граничит с субтропическим. Только в Азии есть местности, в которых летом преобладает экваториальный воздух, а зимой воздух умеренных широт. В результате муссонный характер климата в южной Азии выражен с исключительной яркостью.

2. Нигде более не достигает такой интенсивности процесс летней трансформации континентального воздуха в тропический, как в субтропической Азии, и потому нигде лето на этих широтах не отличается такой высокой температурой и сухостью.

3. Зимний континентальный муссон на восточных берегах Азии отличается исключительной устойчивостью и снижает температуру зимних месяцев настолько, что на побережье океана оказывается холоднее, чем внутри континента.

ГЛАВА IV

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ АФРИКИ

1. ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Африканский материк лежит полностью в пределах тропической и субтропической циркуляции.

Основным циркуляционным процессом в нижних слоях тропосферы над континентом Африки является приток воздуха из субтропических широт к области наибольшего нагревания приземных слоев воздуха в виде пассатов (см. рис. 31, 32, 33, 34). Зона наибольшего нагревания следует за годовым смещением солнца из одного полушария в другое, несколько запаздывая в своем движении, в силу термической инерции поверхности континента и охлаждающего действия воздушных масс, притекающих со стороны экватора (см. ниже); даже в конце лета соответствующего полушария она не достигает широты тропиков. Только два раза в год, во время равноденствий, область наибольшего нагревания лежит у экватора и южный и северный пассаты более или менее симметричны.

Пассаты над континентом несут сухой и горячий тропический воздух, который в экваториальной области благодаря обильному испарению увлажняется, причем часть тепловой энергии идет на испарение, и температура воздушной массы понижается. Насыщаясь влагой, массы тропического воздуха теряют свою устойчивую стратификацию и под действием инсоляции в них развивается мощная конвекция, сопровождающаяся обильными ливнями. Так происходит трансформация тропического воздуха в воздух экваториальный, отличающийся от тропического большим влагосодержанием, пониженной температурой и влажнонеустойчивой стратификацией.

С апреля по июль полоса наибольшего нагревания совершает движение к северу от экватора. Вслед за ней в северное полушарие проникает юго-восточный пассат, который, проходя над экваториальной областью, трансформируется в экваториальный воздух и в северном полушарии вместо восточной

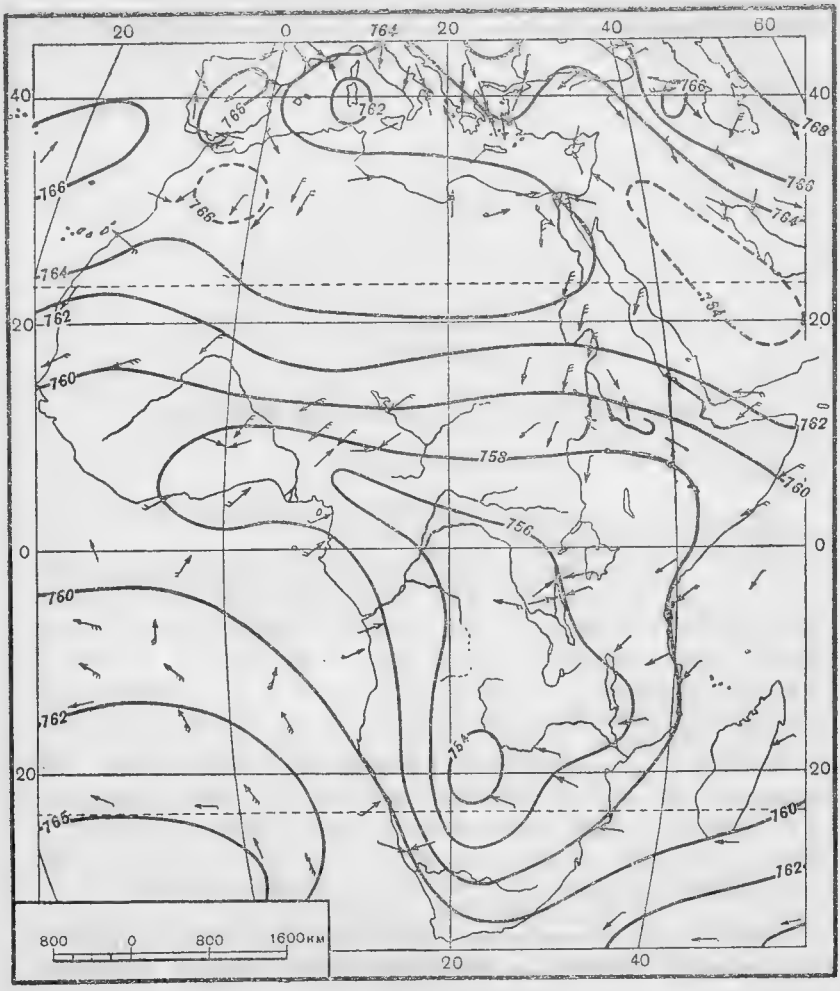


Рис. 31. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Африкой в январе.

составляющей получает западную под влиянием барической депрессии над Сахарой. Это юго-западное течение летнего времени года является экваториальным муссоном; скорость его невелика, особенно в области экватора, где в связи с размытым характером барического поля ветры очень слабы.

Между теплым и сухим воздухом северо-восточного пассата, притекающим в северной половине сахарской депрессии, и более холодным влажным воздухом экваториального муссона возникает тропический фронт. Благодаря крайней сухости тропический воздух пассата имеет устойчивую стратификацию и

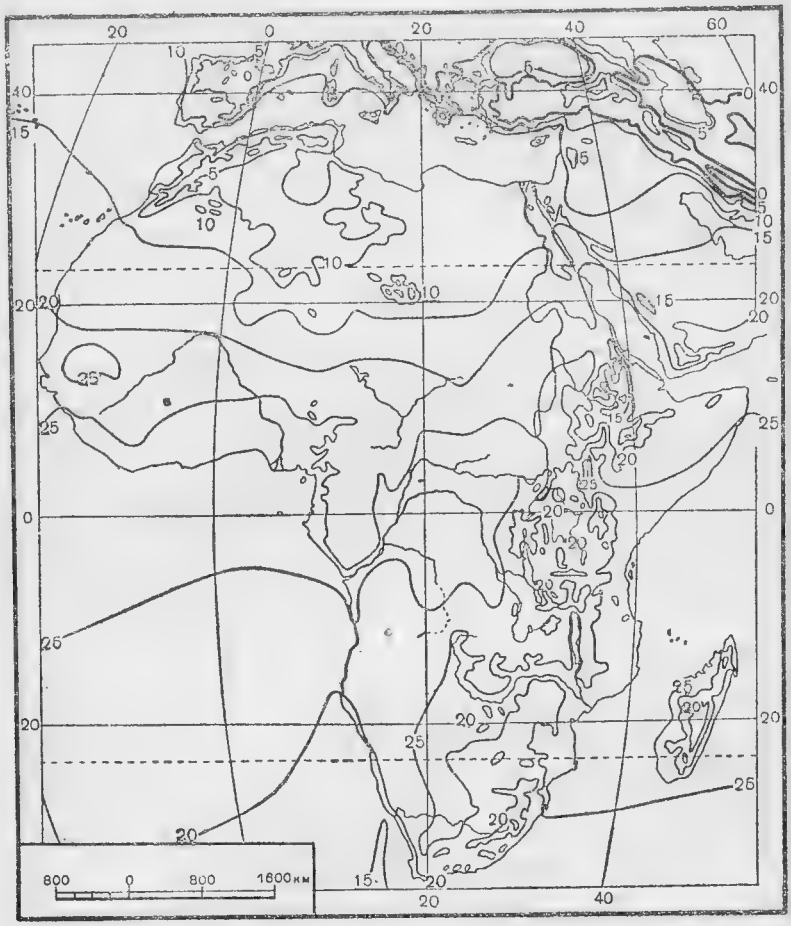


Рис. 32. Изотермы января в Африке (не приведены к уровню моря).

не восходит по фронтальной поверхности скольжения над экваториальным воздухом, в связи с чем тропический фронт здесь не несет осадков [1]. В конце лета тропический фронт довольно быстро отступает к экватору, и с октября по март аналогичная циркуляционная картина наблюдается в южном полушарии (рис. 35).

Правильное чередование воздушных течений наблюдается только в восточной половине Африки, где материк располагается по обе стороны от экватора и летнее нагревание подстилающей поверхности более или менее одинаково в обоих полушариях. В западной же части материк лежит только к северу

[1] Бержерон Т., 1934.

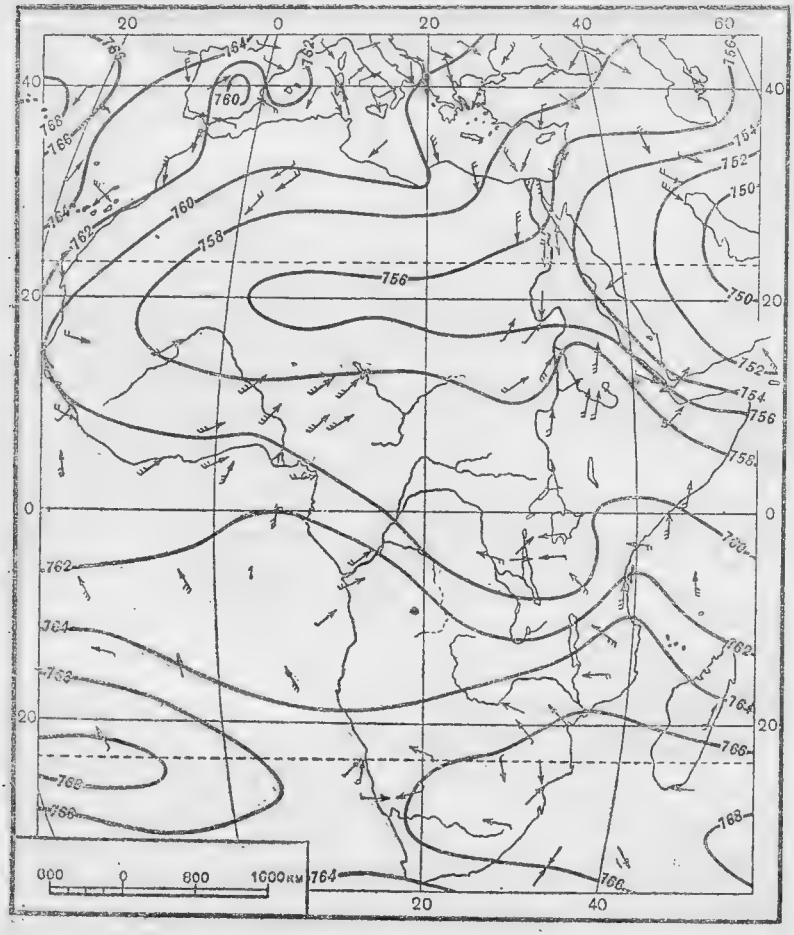


Рис. 33. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Африкой в июле.

от экватора и даже в зимние месяцы нагревается сильнее, чем соответствующая ему в южном полушарии поверхность океана. Поэтому между 20° з. д. и 10° в. д. меридианами юго-западная Сахара в течение всего года является наиболее теплой областью, к которой с севера притекает тропический воздух пассата, а с юга — воздух экваториальной области (см. рис. 36).

Западные берега Африки в северном и южном полушариях находятся под действием циркуляции восточной периферии субтропических антициклонов Атлантического океана. Основной воздушной массой здесь является морской тропический воздух. В соответствии с распределением воздушных течений

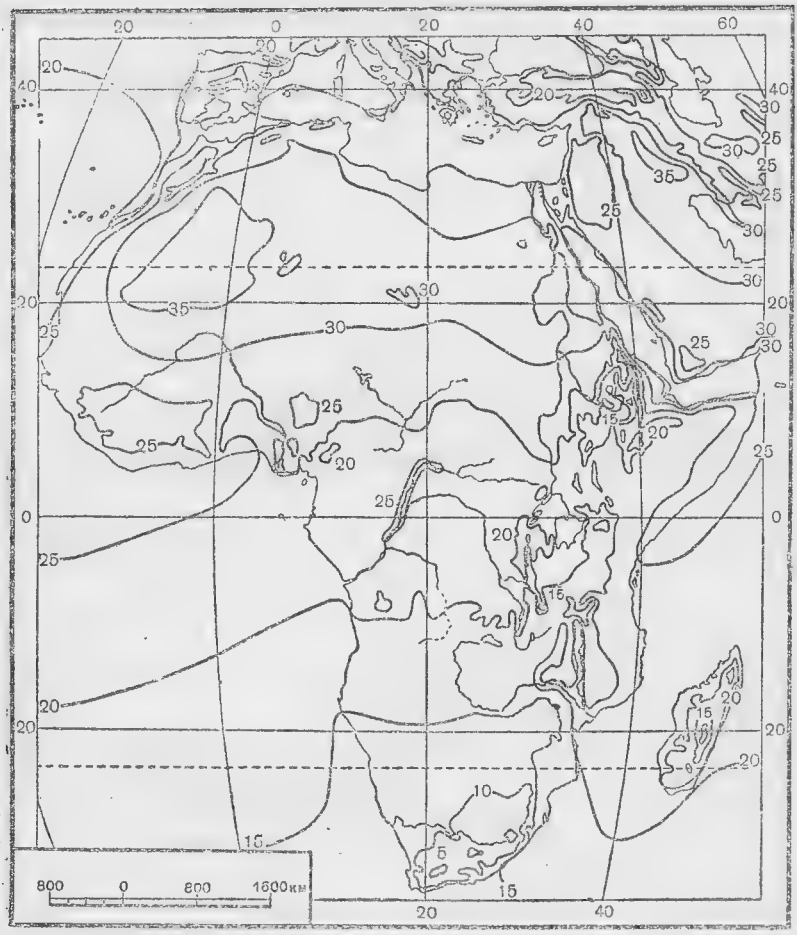


Рис. 34. Изотермы июля в Африке (не приведены к уровню моря).

в антициклонах, в северном полушарии поток тропического воздуха имеет северную составляющую, в южном полушарии — южную. Морской тропический воздух атлантических антициклонов отличается от тропического воздуха над континентом относительно низкой температурой и высокой влажностью нижних слоев, что способствует образованию так называемого пассатного фронта у западных берегов континента (см. рис. 36). В более высоких слоях пассатного течения температура значительно повышена благодаря процессам оседания в антициклоне. В связи с этим внутри пассатного течения почти всегда имеется инверсия температуры; направление же ветра на всех высотах в пассате сохраняет свою восточную

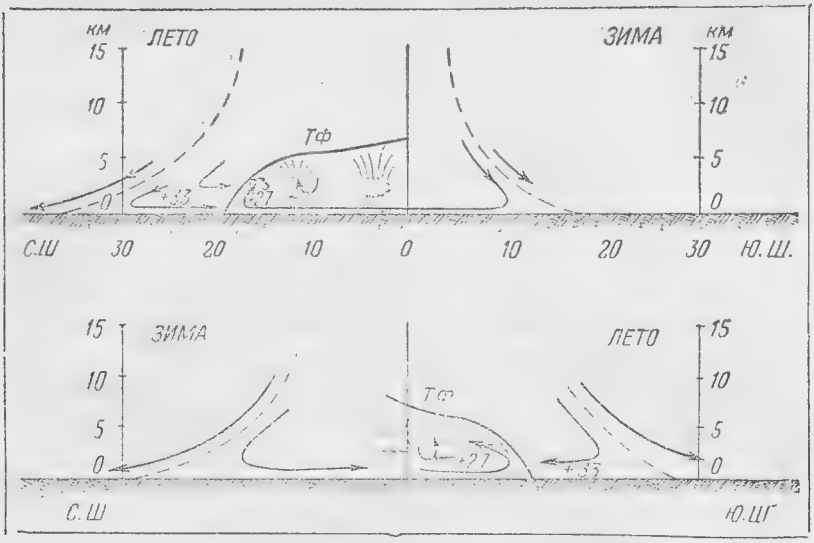


Рис. 35. Схема внутритропической циркуляции над Африкой. Вертикальный разрез через нижнюю тропосферу

вверху—в июле, внизу—в январе *(из Т. Бержерона)*; *ТФ*—тропический фронт.

составляющую. Пассатная инверсия в восточной части антициклонов лежит весьма низко и у берегов Африки иногда начинается у земной поверхности.

Низкое положение инверсии придает климатам западных берегов Африки в зоне пассатов своеобразный характер: почти полное отсутствие осадков при высокой влажности воздуха и относительно низкой температуре. Последняя зависит от холодных морских течений — Канарского в северном и Бенгуэльского в южном полушарии.

Восточные гористые берега южной Африки захватываются влажным юго-восточным пассатом Индийского океана и обильно орошается осадками. В северо-восточной Африке, примыкающей к азиатскому континенту, преобладающей массой является сухой, континентальный тропический воздух, формирующийся над обширными пространствами пустынь; только над Красным морем его нижние слои насыщены влагой. Этот воздух входит в общую циркуляцию континентальных пассатов над северной Африкой. Приводим на рис. 37 схематическую карту климатических зон и областей Африки.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ВОЗДУХА

Экваториальные области западного и восточного Конго в течение всего года заняты преимущественно экваториальным воздухом. Последний является продуктом трансформации тропического воздуха пассатов, притекающего к экватору.

Границы распространения экваториального типа климата определяются зимним положением тропического фронта в том и другом полушариях. Зимой тропический фронт в силу циркуляционных условий (отсутствие конвергенции токов) размыт, и пассат проникает в экваториальную зону. Однако, повидимому, и в этом случае трансформация тропического воздуха в экваториальный идет в достаточной мере интенсивно во всей экваториальной области от Гвинейского залива до Великих восточных озер. На это указывают значительные в течение всего года влажность и облачность, общее количество выпадающих здесь осадков, а также характер растительности, представляющей почти сплошной массив влажного вечнозеленого леса. По этим признакам ширину этой зоны можно определить в пределах примерно 5—6° широты по ту и по другую сторону от экватора.

В зависимости от происхождения воздушных масс, циркулирующих в экваториальной зоне, здесь можно выделить две климатические области: Атлантическую и Континентальную. Первая занимает побережье Гвинейского залива и западную часть Камеруна; эта область заполнена атлантическим экваториальным воздухом, притекающим с западными и юго-западными ветрами, преобладающими здесь в течение почти всего года. Вторая занимает всю остальную часть зоны и является главным очагом формирования континентального экваториального воздуха в Африке.

Однако в отношении температур, влажности, осадков существенных различий между двумя этими областями нет; только в сравнительно небольшом районе, на западных склонах Камерунских гор, выпадает очень большое количество осадков (до 10 000 мм в год) в связи с наветренной экспозицией этих склонов.

Первое представление о климатических условиях экваториальной области можно получить из годового хода температуры и осадков в Мобайе и Лулуабурге (см. табл. на стр. 122, вверху).

В годовом ходе осадков ясно видны два дождливых периода — один в начале, другой в конце лета, — которые приблизительно соответствуют прохождениям солнца через зенит на этих широтах, и два относительно сухих периода — большой зимний и малый летний. Этот двойной ход осадков действительно можно в значительной мере объяснить двумя моментами наивысшего положения солнца, так как экваториальные осадки являются преимущественно осадками термической конвекции и находятся в прямой зависимости от инсоляции. Моменты прохождения солнца через зенит с возрастанием географической широты места постепенно сближаются и сливаются в один на тропике. Подобно этому по мере удаления от экватора сближаются и дождливые периоды; только слияние их в

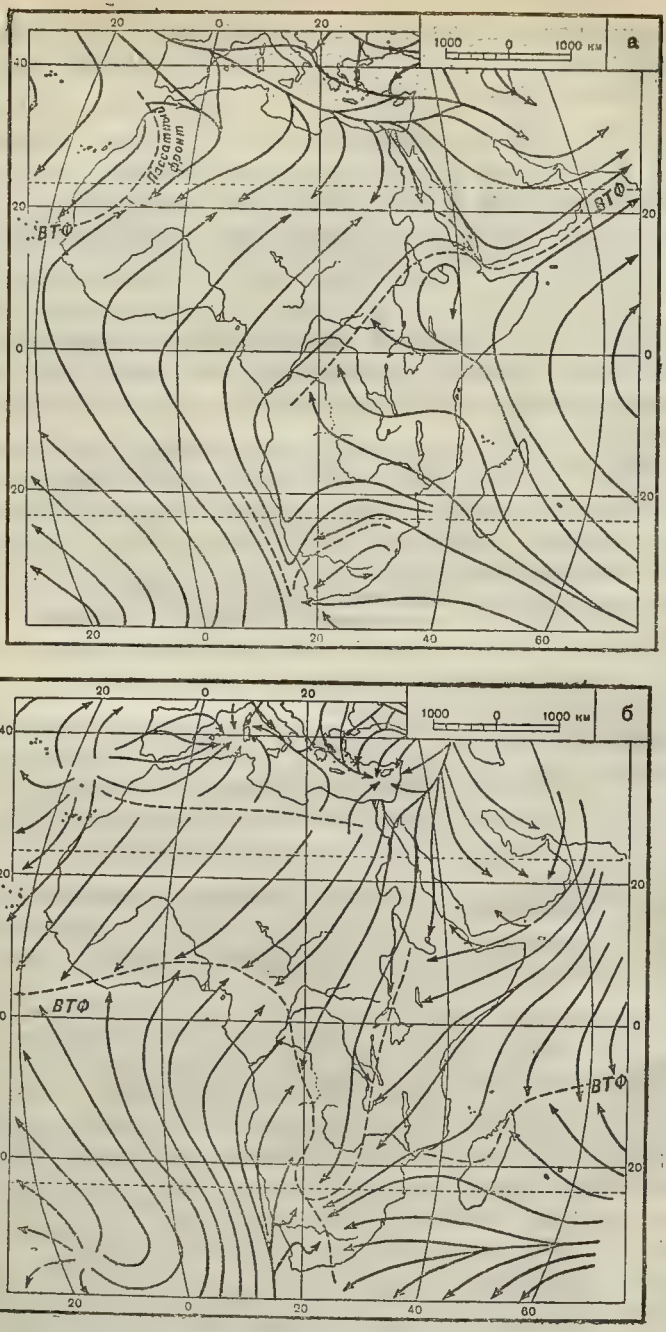


Рис. 36. Воздушные течения над Африкой

а) в июле, б) в январе *(из Э. Экгарта)*; *ВТФ*—внутритропический фронт.

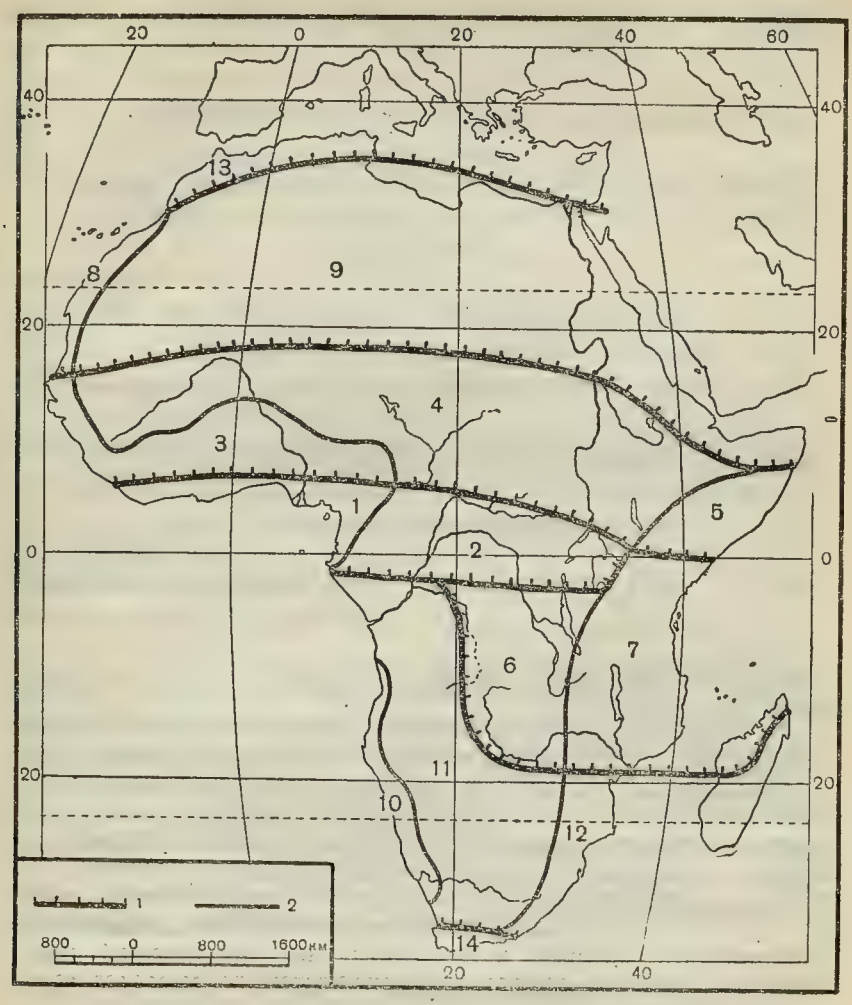


Рис. 37. Схематическая карта климатических зон Африки с входящими в них климатическими областями.

Экваториальная зона: *1*—Атлантическая, *2*—Континентальная. Зона экваториальных муссонов северного полушария: *3*—Атлантическая, *4*—Континентальная, *5*—Индийская. Зона экваториальных муссонов южного полушария: *6*—Континентальная, *7*—Индийская. Тропическая зона северного полушария: *8*—Атлантическая, *9*—Континентальная. Тропическая зона южного полушария: *10*—Атлантическая, *11*—Континентальная, *12*—Индийская. Субтропическая зона северного полушария: *13*—Средиземноморская. Субтропическая зона южного полушария: *14*—Атлантико-Индийская.

Границы: *1*—зон, *2*—областей.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Мобайе (4°21′ с. ш., 21°09′ в. д., 400 м). Температура (С°)											
27,0	26,0	28,0	26,5	27,0	25,5	25,0	24,0	25,0	25,0	25,5	26,5
Осадки (мм)											
5	40	100	145	130	240	120	230	270	210	120	20
Лулуабург (5°56′ ю. ш., 22°18′ в. д., 620 м). Температура (С°)											
24,5	24,5	24,5	25,0	25,0	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	25,0	25,0
Осадки (мм)											
180	140	200	150	80	5	5	60	164	170	230	170

один летний происходит значительно раньше — в среднем уже около 12° широты [1].

Длительность и интенсивность зимнего сухого периода объясняются влиянием притекающих в это время года сухих тропических масс. В связи с чередованием сухих и дождливых периодов находится и гидрологический режим рек экваториальной области, имеющих в году два периода наиболее высокого положения уровня. В реках, текущих от экватора в более высокие широты, эта особенность сохраняется на всем их протяжении; например, двойные разливы Нила в северном полушарии и Замбези в южном. В непосредственной близости от экватора осадки распределяются по месяцам года более равномерно.

Осадки экваториальной области являются преимущественно внутримассовыми осадками, выпадающими в результате большой влажнонеустойчивости экваториального воздуха. Дожди носят характер интенсивных ливней; общее число дней с осадками сравнительно невелико (около 100—120 дней в году), и облачность редко имеет сплошной характер.

Ход температуры отличается большой ровностью: годовая амплитуда средних месячных значений редко превышает 4—5° и во многих случаях значительно меньше; амплитуда же абсо-

[1] Ганн Ю. (Hann J.), (1911); Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

лютных крайних составляет всего около 20—25°. Суточная амплитуда также невелика, но все же значительно превышает годовую. Довольно большие амплитуды наблюдаются в гористой части Анголы, где однажды после бури с градом на высоте всего 1 500 м был отмечен минимум +6°, дневные же максимумы нередко достигают 40°.

Области, лежащие к северу от экватора, имеют температурный режим несколько иной, чем симметричные им южные области. В южных — ход температуры более или менее нормален: имеются два максимума, соответствующие примерно весеннему и осеннему равноденствиям, и два минимума — в середине лета и зимой, причем зимний ниже летнего. К северу от экватора почти везде наблюдается один максимум весной и один минимум летом, благодаря чему зима несколько теплее лета. Это объясняется тем, что экваториальный воздух в северном полушарии несколько теплее, чем в южном, так как в северном полушарии площадь, занятая континентом, вдвое больше, чем в южном. Летом северного полушария усиливается приток воздуха из южного полушария, и во всей экваториальной области по ту и другую сторону от экватора наступает относительно холодное время года. В зимние же месяцы северного полушария, наоборот, воздух течет через экватор в южное полушарие, и вся экваториальная область заполняется относительно теплым воздухом. В южном полушарии эта смена более холодного и более теплого экваториального воздуха соответствует естественным временам года, и потому ярче выступают весенний и осенний максимумы, обусловленные положением солнца в зените. В северном же полушарии более теплый воздух поступает зимой, в связи с чем усиливается весенний максимум и исчезает осенний.

Относительная влажность во всей области Конго вообще очень значительна; зимой, с усилением подтока сухих тропических масс, она несколько падает, особенно в восточной части:

Болобо, 2°12′ с. ш., 16°20′ в. д. Виделай, 2°40′ с. ш., 31°27′ в. д.

Январь 80% (лето)	60% (зима)
Июль 70% (зима)	75% (лето)

Сезонная смена перетекающих через экватор воздушных течений наблюдается в области Конго не на всем ее протяжении с запада на восток. Более или менее равносторонний обмен имеет место только в восточной половине.

В Гвинее же северо-восточный пассат не проникает зимой в экваториальную область благодаря тому, что давление над Гвинейским заливом выше, чем над южным Суданом и Нигерией. Таким образом, в западной части экваториальной Африки тропический фронт и зимой отделяет экваториальный

воздух от тропического воздуха северо-восточного пассата, и перенос воздуха через экватор совершается только в одном направлении: из южного полушария в северное.

В связи с этим стоит, между прочим, и то обстоятельство, что зимний сухой период южного полушария здесь распространяется вплоть до экватора и местами даже в северное полушарие, как, например, на берегу Гвинейского залива, что видно из хода осадков в Либрвиле:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Либрвиль (0°25′ с.ш., 9°35′ в.д.)											
230	220	340	330	200	5	5	20	100	360	380	250

Высокая температура и большая влажность воздуха в течение всего года, интенсивная инсоляция и обильные осадки обеспечивают в экваториальной области между Гвинейским заливом и озером Викторией развитие богатой растительности.

Для человеческого организма климат этой области, с удушливой тепличной атмосферой, неблагоприятен, особенно в низких, плохо проветриваемых местах. Условия значительно улучшаются с подъемом выше 1 000 м благодаря некоторому понижению температуры и влажности и усилению вентиляции.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ

С постепенным удалением от экватора в ту и другую сторону периодическая смена экваториального воздуха на тропический (пассатный) и различие свойств этих воздушных масс приобретают все большее климатическое значение. Зимой, в связи с более мощным притоком свежего тропического воздуха, трансформация его в экваториальный уже не протекает полностью; общая сухость воздуха увеличивается, и выпадение осадков прекращается на более долгий период. Температура падает в силу изменения солярных условий. Весной она быстро растет и достигает максимума перед началом экваториального муссона, что является весьма характерной чертой муссонных климатов тропической зоны. Летом, с приходом экваториальной относительно холодной массы, температура снова несколько понижается, и наступает сезон дождей. Под 8—10° северной и южной широты этот сезон еще достаточно длителен, и в нем можно различать двойной ход, как и в

экваториальной области; в более же высоких широтах два максимума сливаются в один, и весь дождливый период становится короче. С удалением от экватора уменьшается не только длительность дождливого периода, но убывают и месячные количества осадков благодаря уменьшению вертикальной мощности муссона.

Природа муссонных осадков над континентом та же, что и в экваториальной зоне. В основном это осадки термической конвекции.

Как зимнее положение тропического фронта определяет границы экваториальной зоны, так летние пределы распространения экваториальной массы ограничивают области муссонных климатов. В северном полушарии экваториальный летний муссон [1] имеет юго-западное направление и действует на всех меридианах от Сенегала до Сомали, причем влажность его убывает с запада на восток. На западе муссон несет с Гвинейского залива большое количество влаги (абсолютная влажность достигает 30 мм и более). Разрешению влажнонеустойчивости относительно холодной массы, вступающей на сильно нагретый континент, способствует также динамический ее подъем над гористыми берегами, в связи с чем экспозиция берега по отношению к муссону и характер рельефа играют здесь большую роль в распределении осадков.

Огромное количество осадков — до 10 000 мм — выпадает на восточном побережье Гвинейского залива, на западных склонах Камерунских гор; однако это надо считать местным явлением, обусловленным высотой гор и их почти перпендикулярным расположением к направлению муссона.

Климаты Гвинейского побережья не являются в полном смысле муссонными климатами, так как юго-западное течение, как уже говорилось выше, преобладает в течение всего года. Зимой оно только ослабевает, но не сменяется северо-восточным пассатом, благодаря чему осадки выпадают здесь в достаточном количестве и в зимние месяцы. Например, в Акассе (в устье Нигера):

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Акасса (4°20′ с. ш., 6°20′ з. д.)											
80	170	250	220	430	470	260	240	490	630	270	170

Интересно обратить внимание на своеобразную особенность в суточном ходе осадков на Гвинейском побережье. В то время

[1] Ганн Ю. (Hann J., 1911) называет его суданским муссоном.

как во внутренних областях осадки выпадают преимущественно во вторую половину дня и лишь в сравнительно редких случаях ночью, на Камерунском берегу ночные осадки значительно превышают дневные. Обычно это объясняют тем [1], что к ночи сюда приходят с верхним восточным течением мощные грозовые облака, образовавшиеся днем над континентом, которые и разражаются обильными осадками. Но, повидимому, к этому присоединяется и развитие местной конвекции, так как наиболее неустойчивая стратификация воздуха над заливом должна иметь место именно ночью благодаря теплой (до 28°) водной поверхности и ночному охлаждению верхних воздушных слоев.

Тропический фронт зимой лежит сравнительно недалеко к северу от побережья Гвинеи, и уже в северной Нигерии зимой дует северо-восточный пассат, который в период с ноября по март в виде очень сухого и пыльного ветра (харматана) прорывается иногда через Дагомею на Гвинейское побережье.

Граница распространения муссона в западной Африке проходит севернее 17° с. ш. Так, например, в Тимбукту влияние экваториального муссона еще достаточно сильно сказывается на ходе температуры и осадков:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Тимбукту (16°46′ с. ш., 3°0′ з. д.). Температура (C°)											
21,5	23,0	28,5	33,0	34,5	34,0	32,0	30,5	32,0	31,5	27,0	22,5
Осадки (мм)											
0	0	0	0	5	20	90	70	30	10	0	0

В центральной Африке экваториальный муссон захватывает области озер и верхнего Нила, Абиссинию и восточный Судан, также примерно до 17 или до 18° с. ш. На этих меридианах экваториальный муссон периодически сменяется пассатным течением на всех широтах, вплоть до экватора, благодаря чему здесь значительно суше, нежели на западе; например, на верхнем Ниле даже летом, во время влажного муссона, относительная влажность держится в среднем около 60%, зимой же падает до 20%. Осадков здесь выпадает значительно

[1] Ганн Ю. (Hann J.), 1911.

меньше, чем в Гвинее, и годовой ход температуры выражен более резко. Приводим годовой ход температуры и осадков в области экваториального муссона в восточном Судане:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Вау (7°40′ с. ш., 28°0′ в. д.). Температура (С°)											
26,5	27,0	28,5	30,0	29,0	27,0	25,5	25,5	26,5	26,5	27,0	25,0
Осадки (мм)											
0	0	5	20	60	130	120	190	90	70	5	0
Хартум (15°36′ с. ш., 32°32′ в. д.). Температура (С°)											
22,0	24,0	27,0	30,5	33,5	33,0	31,5	31,5	31,5	31,0	28,0	24,0
Осадки (мм)											
0	0	0	0	5	10	40	60	10	10	0	0

Сравнивая температуру и осадки в летние месяцы на этих двух станциях, можно видеть, насколько ослабевает к северу влияние юго-западного муссона. Длительность дождливого сезона сокращается, убывают месячные суммы осадков, возрастает температура летних месяцев. В соответствии с этим, по мере удаления от экватора меняется и характер растительности: экваториальный вечнозеленый лес уступает место полосе саванн. Саванны далее переходят в степи, которые в свою очередь у северной границы муссонов сменяются пустыней.

Горы Абиссинии служат некоторым препятствием для распространения на северо-восток африканского экваториального муссона. Западная часть Абиссинии находится еще вполне под его влиянием, на что указывает направление ветров, летний период дождей и летнее понижение температуры с приходом экваториального воздуха (см. табл. на стр. 128).

Восточных областей Абиссинии и побережья Красного моря суданский муссон не достигает, и если перевалливает иногда на восточные склоны Абиссинских гор, то имеет характер фёна, т. е. очень сух и горяч.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Аддис-Абеба (9°01′ с. ш., 38°46′ в. д., 2 450 м). Температура (С°)											
15,0	15,0	16,5	16,5	18,0	15,0	13,5	14,0	14,5	15,5	15,3	14,5
Осадки (мм)											
10	50	100	90	80	150	300	290	160	10	10	5

Абиссинское побережье Красного моря отличается очень большой влажностью воздуха, высокими температурами (по годовой температуре принадлежит к наиболее жарким местностям на земном шаре) и весьма малым количеством осадков, которые выпадают преимущественно зимой. Так, например:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Массауа (15°37′ с. ш., 39°27′ в. д.). Температура (С°)											
26,0	26,0	27,5	29,0	31,0	34,0	35,0	34,5	33,0	30,5	29,0	27,0
Осадки (мм)											
40	20	10	10	10	0	0	5	5	10	30	40

Различия в абсолютной высоте местности и экспозиции создают большое разнообразие климатических условий в Абиссинии, как во всякой горной стране. В более низкой северной части Абиссинии жаркий и сухой климат мало чем отличается от условий Сахары.

К востоку от области озер лежат наиболее сухие области экваториальной Африки; особенно беден влагой Сомалийский полуостров. Это также преимущественно область экваториальных муссонов, но здесь северная граница их распространения лежит около 10° с. ш., и вертикальная мощность юго-западного муссона во время его наибольшего развития, т. е. в конце лета, так же мала, как и в северном Судане, только в южной части полуострова муссон достигает мощности свыше 2 км. Благодаря низкому положению инверсии осадков выпадает очень мало и ландшафт имеет характер степи, переходящей в пустыню. В южном Сомали, вблизи экватора, замечаются два

дождливых периода — в апреле и сентябре. В северной части полуострова, вне пределов муссонной циркуляции, осадки выпадают в зимние месяцы.

Сомалийский полуостров входит отчасти уже в область циркуляции над Индийским океаном. Африканский экваториальный муссон сменяется постепенно более влажным муссоном Индийского океана, и потому, несмотря на весьма малое количество осадков, воздух здесь не так сух, как в соответствующих по общему характеру климата континентальных областях. Зимой северного полушария в восточной Африке дует северо-восточный пассат, который, протекая через экватор и постепенно увлажняясь, превращается в южном полушарии в экваториальный муссон.

Область экваториальных муссонов южной Африки занимает только восточную половину континента, примерно до 17° ю. ш., захватывая северную половину Мозамбика и Родезии. Муссонные явления в южном полушарии носят тот же характер, что и в северном, только выражены менее резко. Экваториальный муссон не вызывает столь заметного понижения температуры летом, юго-восточный же пассат не несет с собой зимой такой сухости, как северо-восточный в северном полушарии. Нет и такой резкой смены в направлении этих потоков. В южном полушарии как экваториальный муссон, так и пассат имеют восточное направление, только первый с северной, а второй с южной составляющей. Северо-восточный пассат, перетекая через экватор и переходя в экваториальный муссон южного полушария, почти не меняет своего направления, так как втягивается в область низкого давления, возникающую летом над южной Африкой (см. рис. 31).

Осадки в основном носят тот же характер; к ним присоединяются и циклонические осадки тропического фронта, особенно у восточного побережья, где юго-восточный пассат Индийского океана несет достаточное количество влаги. Поэтому муссонные области восточной Африки в южном полушарии орошаются гораздо обильнее, чем в северном. Приводим пример годового хода температуры и осадков:

Я	Ф.	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Нкатабай (11°36′ ю. ш., 34°17′ в. д., 520 м). Температура (С°)											
24,0	24,0	24,0	23,5	22,5	19,5	19,5	20,0	23,0	25,0	27,0	25,0
Осадки (мм)											
210	320	340	290	90	60	60	30	10	10	40	260

На возможность значительной роли осадков, связанных с сезонным перемещением тропического фронта на восточных берегах Африки, указывает, например, годовой ход осадков в Занзибаре, имеющий подтверждение и в наблюдениях других станций:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Занзибар (6°12′ с.ш., 39°19′ в.д.)											
90	40	170	260	270	40	70	50	50	80	240	70

Столь резкое возрастание и затем падение осадков весной (ноябрь), а также уменьшение их в начале зимы (июнь) вряд ли можно объяснить только усилением и ослаблением термической конвекции.

На юго-востоке область экваториальных муссонов граничит с областью влажных океанических пассатов восточного побережья, имеющей также сухую зиму и дождливое лето, так что внешнее различие между двумя этими климатическими областями сводится лишь к постепенному понижению температуры с возрастанием географической широты. Переход областей с достаточным увлажнением к засушливым в южной Африке имеется только там, где саванны сменяются — на западе обширными пространствами степей восточной Анголы и на юго-западе полупустыней Калахари.

В западной половине тропической южной Африки, как уже указывалось ранее, нет ясно выраженного воздушного течения летом из северного полушария в южное (в связи с наличием тропического фронта к северу от Гвинейского залива), и тропический воздух юго-восточного пассата в течение всего года распространяется вплоть до экватора. Отсутствие влажного экваториального муссона обусловливает засушливость климатов Анголы и отчасти западной Родезии. Во внутренней возвышенной части страны осадков выпадает еще достаточно, но на побережье их очень мало, что создает особенно резкий контраст с исключительно обильными осадками Камерунского побережья в северном полушарии. Уже в устье Конго осадков выпадает за год значительно менее 1 000 мм; в Банана — 730, в Понта-да-Пенья — 580, немного южнее — в Лоанде — 280 мм; далее к югу осадки продолжают быстро убывать. Столь быстрое уменьшение количества осадков к югу указывает на возрастающее влияние внутрипассатной инверсии температуры на восточной периферии Южноатлантического антициклона.

ЗОНА ТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДУХА ПАССАТОВ

Области пассатной циркуляции лежат за пределами распространения экваториальных муссонов. В северной Африке северо-восточное пассатное течение состоит из масс крайне сухого континентального тропического воздуха; уровень конденсации здесь лежит на очень большой высоте (около 5 000 м), благодаря чему возможность выпадения осадков термической конвекции здесь почти исключается. Конвективные осадки прекращаются еще в экваториальном муссоне на некотором расстоянии (100—150 км) от тропического фронта, когда фронтальная поверхность опускается ниже уровня конденсации. С прекращением муссонных дождей у южной границы пассатной области осадки вновь появляются только в северной ее части, в связи с циклонической деятельностью на полярном фронте, спускающемся в эти широты в зимнее время года. Летние осадки на юге и зимние на севере весьма четко выделяют полосу пассатных климатов, которая тянется с запада на восток через всю северную Африку. На востоке это видно на примере годового хода осадков двух станций — в Хартуме и Каире:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Хартум (15°36′ с. ш., 32°32′ в. д.)											
0	0	0	0	5	10	40	60	10	10	0	0
Каир (30°03′ с. ш., 31°15′ в. д.)											
9	5	4	2	1	0	0	0	0	1	4	6

На западе в качестве северной станции можно привести Айяту:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Айята (33°5′ с. ш., 6°0′ в.д.)											
13	7	16	19	4	2	0	0	5	7	15	17

Область пассатных климатов в северной Африке является, таким образом, зоной, где выпадение осадков представляет случайное явление, даже не ежегодно повторяющееся: показательным в этом отношении является, например, Ассуан на

Ниле, где наблюдаются иногда периоды продолжительностью до 5 лет, когда не выпадает ни одного дождя.

Климаты этой области, в связи с крайней сухостью, отсутствием облачности и значительной годовой разностью высот солнца, отличаются довольно большой годовой амплитудой температуры и резкими суточными колебаниями температуры. Последние даже в среднем достигают величины годовой амплитуды, т. е. около 20°, в отдельных же случаях могут быть гораздо больше, особенно у земной поверхности.

В качестве примера приводим годовой ход температуры в Ассуане:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Ассуан (24°02′ с. ш., 32°53′ в. д.). Температура (С°)											
15,0	18,5	21,5	26,5	30,5	33,0	33,0	32,5	31,0	28,5	22,0	17,0

При этом относительная влажность и облачность очень малы. Относительная влажность в январе в среднем составляет 50%, в июле — 25%. Облачность — в январе 10%, в июле 0%.

Суточные колебания температуры песчаной поверхности в североафриканской пустыне могут достигать 70°, вызывая крайнюю неустойчивость вертикальной стратификации воздуха. Эта неустойчивость приводит иногда к образованию термических вихрей, достигающих исключительной силы и несущих очень большое количество песка.

Средняя скорость пассатов над континентом невелика — около 3 м в секунду; суточный ход скорости ветра у земной поверхности резко выражен в связи с сильной конвекцией днем и образованием приземных инверсий ночью.

Области пассатов в северной Африке представляют почти сплошные каменистые песчаные пустыни, в которых растительность появляется только вблизи источников и рек.

На побережье Атлантического океана пассатные климаты носят несколько иной характер. Континентальный тропический воздух сменяется здесь морским тропическим воздухом восточной периферии антициклонов, формирующихся в «поясе высокого давления» над Атлантикой. Этот воздух в нижних слоях очень влажен; однако эта влага не конденсируется и остается в потенциальном состоянии.

Основным препятствием к выпадению осадков, как говорилось, является наличие пассатной инверсии, которая у сенегальского берега, в связи с протекающим здесь холодным океаническим течением, спускается особенно низко. В редких случаях и здесь происходит нарушение равновесия вышележа-

щих слоев, дающее начало тропическим циклонам, которые направляются далее к берегам Америки, увлекаемые общим восточным течением пассата.

Относительно холодное Канарское течение, омывающее западный берег Африки в этих широтах, образуется (аналогично другим холодным течениям у западных берегов континентов в пассатных зонах северного и южного полушарий) под действием ветров восточной периферии субтропических антициклонов. Температура на поверхности этого течения вблизи берега достигает в августе 25°, но большую часть года держится в пределах 20—23°. Столь низкая для этих широт температура воды снижает температуру нижних слоев морского тропического воздуха и приводит к резкому повышению относительной влажности, особенно в летнее время, в связи с чем здесь часто возникают туманы.

Наибольшей величины влажность воздуха достигает летом — в среднем до 80%. Зимой же, благодаря довольно частым вхождениям континентального тропического воздуха Сахары, она падает до 65%.

На побережье в пассатной зоне, повидимому, нет полосы без осадков, которая так характерно выступает на континенте. Еще в пределах распространения летних муссонных дождей постепенно появляются зимние осадки, приносимые отдельными циклонами. Так, например, по наблюдениям в Сан-Луи (16° 02′ с. ш., 16° 31′ з. д.) в годовом ходе осадков намечается, хотя и слабо выраженный, зимний дождливый период. Далее к северу зимние осадки возрастают, летние же постепенно исчезают:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Сан-Луи (16°02′ с. ш., 16°31′ з. д.). Осадки (мм)

5	5	0	0	5	10	70	190	120	20	0	0

Вхождения на побережье континентального тропического воздуха Сахары наблюдаются преимущественно зимой; иногда они имеют очень бурный характер и сопровождаются порывистым, насыщенным красноватой пылью северо-восточным ветром, который носит то же название харматана, что и на Гвинейском побережье. Явление харматана обычно связано с южной периферией антициклона, располагающегося над западной Сахарой, когда тропический воздух втягивается в теплый сектор циклона, проходящего вблизи северо-западных берегов Африки.

Тропические циклоны и харматан — два явления, резко нарушающие вообще спокойный и довольно однообразный ход погоды с правильно чередующимися бризами и небом, почти всегда ясным в зените. Большая разность температур между холодной водой и раскаленным берегом усиливает явление бризов: дневной бриз с моря, резко увеличивающий влажность воздуха, достигает иногда силы бурного ветра и распространяется на десятки километров в глубь страны.

Пустынные ландшафты Сахары на западном берегу Африки выходят непосредственно к океану. Однако из всего комплекса метеорологических условий только крайний недостаток осадков роднит климат побережья с внутренними областями на континенте. Высокая относительная влажность воздуха, бо́льшая даже чем под экватором, относительно небольшие суточные и годовые амплитуды температуры и вообще несколько пониженная для этих широт температура летних месяцев, наконец, частые туманы — все это мало соответствует обычным представлениям о климате пустыни. Климат атлантического побережья Сахары не является исключением; он полностью находит свое место в общей схеме классификации климатов, изложенной в главе первой, как пассатный климат восточной периферии субтропических антициклонов. Подобные условия встречаются во всех аналогичных условиях циркуляции. Например: на западном побережье южной Африки (пустыня Намиб), побережье северного Чили (пустыня Атакама) и др.

В южной Африке мы встречаемся с новым типом пассатных климатов. Это климаты океанических пассатов западной периферии субтропических антициклонов Индийского океана. К этой климатической области относятся: южный Мозамбик, Трансвааль и примыкающие к ним области юго-восточной Родезии, а также остров Мадагаскар, за исключением его северной части, принадлежащей еще к области экваториальных муссонов.

Южная граница распределения экваториальных муссонов, которая определяется летним положением тропического фронта, служит в то же время северной границей области пассатных климатов. Нам еще недостаточно известен механизм взаимодействия на этом фронте экваториального воздуха и морского тропического воздуха пассатов. Но надо полагать, что благодаря значительному влагосодержанию той и другой массы циклоническая деятельность на тропическом фронте сопровождается здесь выпадением обильных осадков. Повидимому, этим именно обстоятельством надо объяснять летний максимум в годовом ходе осадков во всей области океанических пассатов. Это находит свое подтверждение в указаниях различных авторов на то, что в юго-восточной Африке осадки выпадают преимущественно при западных ветрах, т. е. при ветрах тыловой части циклонов.

Условия температуры и влажности в морском тропическом воздухе пассата близки к условиям в экваториальном воздухе. Но все же благодаря значительной разности высот солнца зимой и летом годовые амплитуды температуры здесь больше, чем вблизи экватора.

Приводим типичные для восточного побережья условия температуры и осадков в пассатной зоне:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Лоуренсо Маркес (25°58′ ю. ш., 32°36′ в. д.). Температура (С°)											
26,0	25,0	24,5	24,0	24,0	18,0	18,0	19,0	21,0	22,5	24,5	25,5
Осадки (мм)											
150	130	70	40	20	5	10	10	30	40	90	100

Юго-восточный пассат, переваливая через горы восточного побережья, теряет значительную часть влаги, приходит в восточную Родезию в виде довольно сухого ветра, и уже здесь начинает приобретать постепенно свойства континентального пассата. Годовой ход осадков остается тот же, т. е. дождливый сезон падает на летние месяцы, когда с приближением тропического фронта здесь развивается циклоническая деятельность; но годовое количество осадков заметно убывает. Таков, например, годовой ход осадков в Булавайо:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Булавайо (20°10′ ю.ш., 28°38′ в. д.)											
140	80	60	20	5	5	0	5	5	20	100	120

Сильно возрастают суточные амплитуды температуры, особенно в зимний сухой и безоблачный период.

Богатая растительность восточного побережья во внутренних областях переходит в обширные степи Южной Родезии и Трансвааля.

Климат Мадагаскара представляет яркий пример влияния рельефа в условиях океанического пассата. Восточные берега острова открыты действию влажного пассата, который еще

более увлажняется над теплым Маскаренским течением, омывающим Мадагаскар с востока.

Климат восточного берега Мадагаскара имеет много общего с климатом Верхней Гвинеи; температура и влажность воздуха высоки (только зима на Мадагаскаре несколько прохладнее), осадков выпадает много в течение всего года, и максимум их приходится на конец лета и осень. Примером служит годовой ход температуры и осадков в Таматаве:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Таматава (18°08′ ю. ш., 49°22′ в. д.). Температура (С°)											
26,5	27,0	25,5	24,5	22,5	20,5	20,0	20,5	22,0	23,0	24,5	26,0
Осадки (мм)											
290	340	470	350	220	250	250	170	140	120	110	230

Западная половина Мадагаскара защищена от пассата горным хребтом, проходящим вдоль всего острова, и в связи с этим имеет сухой климат. Осадков здесь в среднем выпадает менее 500 мм; особенно засушливы области в заветренной юго-западной части (Антандрой и Магафали), представляющие жаркую и сухую степь. Интересно, что не только внизу, на западном побережье, но и в гористой внутренней области (на высоте 1 500 м) юго-восточный пассат является уже сухим ветром. Очевидно увлажненный нижний слой его действительно невелик, чем и объясняется вообще столь резкий эффект ветровой экспозиции в климатах океанических пассатов.

Область континентальных пассатов в южной Африке по сравнению с северной значительно меньше: она занимает только западную половину континента и непосредственно смыкается с областью экваториальных климатов. В южном полушарии нет такой обширной и сухой пустыни, как Сахара. Тропическим пустыням северной Африки здесь соответствует полустепь — полупустыня Калахари, в которой летом все же регулярно выпадают осадки, вызывающие к жизни растительность: в течение трех-четырех месяцев травяной покров переживает все стадии развития — обильно цветет, местами даже бурно разрастается, а с прекращением дождей совершенно выгорает. Приводим пример годового хода температуры и осадков в Хоакхане:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Хоакхан (23°55′ ю. ш., 17°57′ в. д., 1 260 м). Температура (С°)											
26,0	25,5	24,0	20,0	15,0	11,5	10,5	12,0	18,5	22,5	24,5	26,5
Осадки (мм)											
80	60	30	40	5	0	0	0	0	0	5	10

Западное побережье в климатическом отношении является аналогом атлантического побережья Сахары. Только здесь все характерные явления выражены резче благодаря более низкой температуре холодного Бенгуэльского течения, которое течет вдоль западного берега Африки в южном полушарии, как Канарское в северном. Преобладающими ветрами здесь являются южные ветры, подобно тому как на Сенегальском берегу — северные. Приводим пример годового хода температуры и осадков:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Свакопмунд (22°41′ ю. ш., 14°32′ в. д.). Температура (С°)											
17,0	17,5	17,5	16,0	15,5	14,5	13,5	12,5	13,5	14,5	15,0	16,5
Осадки (мм)											
1	2	4	1	1	1	0	1	1	2	0	5

Особенно поражает ненормально низкая для тропических широт температура, которую, конечно нельзя считать показательной для морского тропического воздуха южной Атлантики. Выхолаживание нижних слоев от соприкосновения с холодным течением должно создавать здесь еще более мощную инверсию, чем у западного побережья в северном полушарии. Этим и объясняется столь малое количество осадков. Влажность воздуха здесь также очень велика, и весьма часто образуются туманы.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

Крайние северные и южные области Африки лежат в зоне субтропической циркуляции. Экваториальные границы субтропических климатов определяются проникновением полярного воздуха умеренных широт в субтропическую зону в зимнее время года. В северной Африке воздух умеренных широт поступает с севера, в южной — с юга.

Западная половина северной субтропической Африки (Марокко, Алжир, Тунис) представляет гористую страну, в которой климатические условия во многом зависят от высоты и экспозиции местности. Общий характер климата Марокко, Алжира и Туниса соответствует субтропическим климатам восточной периферии субтропических антициклонов. Летом стоит преимущественно антициклональная погода, сухая и ясная. Конвекция, несмотря на большую инсоляцию, редко достигает уровня конденсации благодаря нисходящим движениям в антициклонах и недостаточной влажности воздуха, поступающего из более высоких широт. Средняя облачность в летнее время составляет всего 10—20%. Зимой около половины всех дней приходится на дни с осадками. Осадки эти хотя и циклонического происхождения, но редко сопровождаются большими похолоданиями, так как за холодным фронтом в большинстве случаев входит морской полярный воздух с температурами 8—12°, однако иногда температура опускается и ниже. В редких случаях наблюдается даже выпадение снега, который в горах может лежать несколько дней.

Побережье и обращенные к морю склоны гор в течение зимы получают достаточное количество осадков (кроме южного Марокко), в некоторых местах даже до 1 000 м. Влажность воздуха на атлантическом берегу Марокко довольно велика; к северу она несколько убывает, и максимум ее переходит с лета на зиму. Приводим январские и июльские средние значения относительной влажности на ряде станций Атлантического побережья Марокко:

	Январь (в %)	Июль (в %)
Кап Джуби, 27°54′ с. ш.	85	90
Могадор, 31°22′ с. ш.	80	85
Казабланка, 33°19′ с. ш.	85	85
Мыс Спартель, 35°49′ с. ш.	85	80

На алжирском берегу относительная влажность имеет уже нормальную для береговой полосы величину: зимой около 80%, летом 65—70%.

К северу, по мере приближения к зоне интенсивной циклонической деятельности, осадки быстро увеличиваются; растет также и температура летних месяцев благодаря удалению (на северо-восток) от холодного морского течения:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Кап Джуби (27°54′ с. ш., 12°0′ з. д.). Температура (С°)											
16,0	16,5	17,0	17,5	18,5	19,5	20,0	20,0	20,5	19,5	18,5	17,0
Осадки (мм)											
10	10	10	5	0	0	0	0	5	10	20	30
Танжер (35°47′ с. ш., 5°49′ з. д.). Температура (С°)											
12,0	13,5	14,5	16,0	18,5	21,5	24,0	24,5	23,5	19,0	15,5	13,0
Осадки (мм)											
120	130	120	90	60	10	0	5	20	90	90	110

Юго-восточные и южные склоны Атласа, обращенные к Сахаре, будучи подветренными, даже на значительной высоте бедны осадками:

Жериниль (33°42′ с. ш., 1°02′ в. д., 1 300 м) . . . . 390 мм

Лагуат (33°48′ с. ш., 2°48′ в. д., 780 м) . . . . . 190 мм

Южная граница выпадения зимних осадков в северо-западной Сахаре, по мнению отдельных исследователей, лежит около 27° с. ш. [1]. Но и значительно севернее осадков выпадает мало, и условия для растительности неблагоприятны. Так, например:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Бискра (34°50′ с. ш., 5°45′ в. д.). Температура (С°)											
10,5	12,5	15,5	19,6	23,5	29,0	32,0	31,0	27,5	21,0	15,0	11,2
Осадки (мм)											
10	20	20	30	20	5	5	10	20	20	10	20

[1] Ганн Ю. (Hann J.), 1911.

Горячие пыльные бури пустыни (самум, хамсин) наблюдаются в южном Алжире и Тунисе, но в прибрежную полосу проникают редко благодаря защите гор. Самум северной Сахары возникает в условиях, подобных харматану западного побережья: это тоже поток континентального тропического воздуха, который течет с большой скоростью по западной периферии антициклона, расположенного над Сахарой, и затем вовлекается в теплый сектор циклона. Последний проходит не вдоль Атлантического побережья, как в случае харматана, а по Средиземному морю.

Эффект, производимый на все живое этими горячими ветрами, заключается не столько в их силе, сколько в крайней сухости, высокой температуре и в массе особенно мелкой пыли, которой насыщен раскаленный воздух. Сила же ветра способствует только дальнейшему увеличению пылесодержания и проникновению пыли в мельчайшие отверстия и трещины. Температура воздуха при самуме иногда достигает 50°, а относительная влажность может падать до 5%.

В восточном направлении количество осадков в северной Африке быстро убывает. Это объясняется, с одной стороны, отступанием береговой полосы к югу от главных путей циклонов, с другой — увеличением сухости тропического воздуха, заполняющего теплые секторы циклонов.

Годовое количество осадков (мм):

Алжир (36°47′ с.ш., 3°04′ в. д.)	770
Триполи (32°52′ с. ш., 13°10′ в. д.)	410
Бенгази (32°06′ с. ш., 20°03′ в. д.)	270
Александрия (31°11′ с. ш., 29°53′ в. д.)	220
Каир (30°03′ с. ш., 31°15′ в. д.)	30
Порт-Саид (31°15′ с. ш., 32°18′ в. д.)	80

Климаты северо-восточной Африки вплоть до Красного моря, за исключением узкой береговой полосы, следует отнести уже к континентальным тропическим климатам, так как основной воздушной массой здесь является континентальный тропический воздух. От «сухих субтропиков» северной Аравии и Ирана они отличаются более ровным ходом температуры и несколько большей влажностью воздуха.

Область нижнего Нила является восточной периферией действия атлантических антициклонов, далее на восток под влиянием обширного континента создается особая система циркуляции. Преобладающими ветрами летом в области Барка и в нижнем Египте являются северные ветры восточной периферии антициклонов, которые несколько умеряют высокие температуры лета. На ходе средних месячных температур это не сказывается, но годовой абсолютный максимум никогда не наблюдается в июле и августе и падает или на весну, или на осень. Иногда он приходится даже на октябрь, средняя

температура которого на 3—4° ниже июльской. Весьма часто максимальная годовая температура наблюдается во время хамсина, при котором температура даже в марте поднимается иногда до 40°. В нижнем Египте хамсин, так же как в Алжире и Тунисе, имеет южное или юго-восточное направление и столь же сух. Даже на побережье, куда он свободно проникает, относительная влажность при нем падает до 10—15%. Хамсин чаще всего бывает весной. Так, по наблюдениям в Александрии, средняя повторяемость его по временам года следующая: зима —2 дня, весна —14, лето —2, осень —3; для континентальных районов число дней с хамсином несколько больше.

Область субтропических климатов в южной Африке занимает значительно меньшую площадь, чем в северном полушарии благодаря малым размерам континента в этих широтах. Однако, несмотря на то, что южная субтропическая оконечность Африки лежит в пределах всего 15° долготы, климатические условия западного и восточного берегов ее очень различны благодаря различным условиям циркуляции.

Климат юго-западного берега относится к типу субтропических восточной периферии антициклонов с сухим прохладным летом и дождливой зимой и представляет аналог климата северо-западного Марокко. Но лето здесь холоднее благодаря более низкой температуре холодного морского течения.

Климат восточного берега принадлежит к типу субтропических климатов западной периферии антициклонов; он не имеет аналога в северной Африке. Летом на восточном побережье дуют преимущественно восточные и северо-восточные ветры с Индийского океана; в эту же половину года здесь наблю-

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д	Год
Юго-западный берег (33° ю. ш.)												
2	3	4	6	15	17	16	12	9	8	5	3	550
Южный берег (34° ю. ш.)												
5	9	12	8	10	7	8	9	9	10	9	5	460
Юго-восточный берег (32° ю. ш.)												
13	15	14	7	4	2	3	2	5	9	14	12	730

дается наибольшее развитие циклонической деятельности, приносящей с собой осадки. Зимой преобладают западные и юго-западные ветры южной периферии антициклонов, формирующихся зимой в южной части континента. Эти ветры сухи, в связи с чем зимой осадков выпадает мало.

Приводим средние годовые количества осадков для юго-западного, южного и юго-восточного побережья в миллиметрах и распределение их по месяцам в процентах от годовой суммы (см. таблицу на стр. 141 внизу).

Температурные условия западного и восточного побережья также различны, что зависит от морских течений: западные берега омываются южным холодным Бенгуэльским течением, восточные — теплым (Мозамбикским), идущим из экваториальной части Индийского океана. К югу температурные условия выравниваются, как это видно из приводимых средних месячных температур.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Порт-Ноллот (29°15′ ю. ш., 16°51′ в. д.)											
15,0	15,5	15,0	14,5	14,0	12,5	11,5	11,5	12,0	14,0	14,5	15,0
Дурбан (29°51′ ю. ш., 31°0′ в. д.)											
24,5	24,5	23,5	22,0	20,0	18,8	18,0	18,5	19,5	20,5	22,5	23,5
Кейптаун (33°55′ ю. ш., 18°27′ в. д.)											
20,5	20,5	19,0	17,0	14,5	13,0	12,0	13,0	14,0	15,5	18,0	19,5
Порт Элизабет (33°58′ ю. ш., 25°35′ в. д.)											
20,5	21,0	19,5	18,0	16,0	15,0	14,0	14,5	15,0	16,5	18,0	20,0

Относительная влажность (в %) на побережье в общем следует распределению осадков:

	Зима	Лето
Юго-западный берег . . .	85	70
Южный берег	80	65
Юго-восточный берег . . .	70	80

Климат внутренних областей относится к типу континентальных субтропических климатов, но менее сух, чем в северной Африке, годовое количество осадков от 200 до 400 мм.

В летнее время здесь преобладает тропический воздух, притекающий с севера, а также формирующийся в этих районах из масс бывшего морского воздуха. Трансформации морского воздуха благоприятствует антициклональная погода, преобладающая летом в связи с развитием антициклонов субтропического пояса высокого давления.

Зимой над внутренними районами южной субтропической Африки развивается циклоническая деятельность, связанная с полярным фронтом, на котором взаимодействуют континентальный тропический воздух и морской воздух умеренной зоны.

Зона циклонической деятельности, развивающейся летом над восточной частью южной субтропической Африки, распространяется почти на всю страну. Только в западном Кейпленде и по нижнему течению р. Оранжевой летние осадки заметно уменьшаются. Зимой области высокого давления южной Атлантики и Индийского океана смыкаются над континентом, и над южной оконечностью Африки возникает даже собственный максимум, усиленный термическим влиянием охлажденного плато. На это указывают и преобладающие здесь северо-западные и западные ветры южной периферии антициклонов (распределение ветров против хода часовой стрелки в антициклонах южного полушария). Таким образом зимние условия погоды внутри страны, как и на восточном побережье, носят антициклональный характер, т. е. зима является сухим временем года. Осенью и зимой степи, покрывающие плато, совершенно выгорают, и ландшафт принимает вид бурой, пыльной пустыни. В период же летних дождей все с невероятной быстротой зеленеет, на сотни километров простирается густой травяной покров с массой разнообразных цветов, воздух снова делается чист и прозрачен.

Благодаря общему высокому положению и относительной близости океана температура здесь значительно ниже, чем в субтропической северной Африке. Но и в сравнительно низко расположенных местностях, например на севере Кейпленда, температура не соответствует континентальным условиям тех же широт в северном полушарии. Так, например, в Амалиенштейне (33,5° ю. ш., 21,5° в. д., 480 м), средняя температура января 23,0°, июля 10,0°; годовой максимум 42°, минимум—4°. Суточные амплитуды температуры так же велики, как и в северной Африке.

Относительно низкая температура, наблюдающаяся в южной половине Африки на всех широтах, объясняется пониженной, по сравнению с северным полушарием, температурой всех воздушных масс — экваториального, тропического и воздуха умеренной зоны в связи с меньшими размерами континента.

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра С° наиб. тепл. месяца	Ср. т-ра С° наиб. хол. месяца	Ср. из. годовых С° макс.	Ср. из. годовых С° мин.	Отн. влажность % наиб. влажн. месяца	Отн. влажность % наиб. сух. месяца	Облачность % наиб.	Облачность % наим.	Колич. осадков см год	Колич. осадков см наиб.	Колич. осадков см наим.	Число дней с осадками наиб.	Число дней с осадками наим.
Экваториальная		Болобо 2°12′ ю., 16°20′ в.	III 26	VII 25	36	16	I 80	VII 70	—	—	160	XII 26	VII 1	V 11	VII 1
		Дебунджа 4°6′ с., 9°0′ в.	II 26	VIII 24	33	18	IX 90	III 85	IX 80	II 40	1070	VII 160	I 20	VII 29	I 10
Экваториальных муссонов сев. пол.	Атлантическая	Батурст 13°28′ с., 16°40′ з.	VII 27	II 23	37	14	—	—	—	—	130	VIII 52	II 0	—	—
		Лабе 11°15′ с., 12°10′ з.	IV 24	XII 20	—	—	—	—	—	—	160	VIII 42	0	—	—
		Сьерра Леоне 8°30′ с., 12°00′ з.	III 27	VIII 24	36	18	VIII 85	III 70	VIII 80	III 30	445	VIII 100	II 1	VIII 26	II 1
		Тимбукту 16°46′ с., 3°0′ з.	V 35	XII 21	47	8	—	—	VII 30	III 10	21	VII 10	0	VII 11	0
	Континентальная	Магдала 11°23′ с., 39°29′ в. 2 760 м	V 19	XII 13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Эль Обейд 13°12′ с., 30°15′ в. 600 м	V 30	I 20	42	6	—	—	—	—	37	VIII 11	I 0	—	—
		Хартум 15°36′ с., 32°32′ в.	V 33	I 22	46	8	VIII 40	IV 20	VIII 50	I 10	13	VIII 6	I 0	—	—
		Аддис-Абеба 9°01′ с., 38°46′ в. 2 450 м	V 18	XII 14	28	3	VII 85	XII 40	VII 70	XII 20	126	VII 30	XII 0	VII 29	XII 0
Экв. муссонов южн. пол.	Континентальная	Нкатабай 11°36′ ю., 34°17′ в. 520 м	XI 27	VII 19	32	8	—	—	—	—	168	III 34	IX 1	—	—
		Маноу 9°18′ ю., 33°54′ в. 1 580 м	XI 20	VII 14	29	2	—	—	—	—	226	IV 57	IX 2	—	—
		Борома 16°1′ ю., 33°16′ в.	XI 40	VII 22	42	13	II 80	X 45	II 60	IX 20	56	II 15	VII 0	—	—
	Индийская	Мозамбик 15°0′ ю., 40°45′ в.	XII 29	I 23	—	—	—	—	—	—	100	II 22	X 0	—	—
		Линди 9°55′ ю., 39°37′ в.	XI 27	I 24	35	15	III 85	VIII 70	II 50	VI 30	85	III 18	VI 0	II 14	VI 0
Тропическая сев. пол.	Континентальная	Ин Салах 27°12′ с., 2°29′ в.	VII 37	I 12	50	—1	II 60	VIII 20	II 10	VII 0	Осадков почти нет				
		Вади Хальфа 21°55′ с., 31°20′ в.	VII 34	I 16	45	5	XII 45	V 20	—	—	Осадков почти нет				
Тропическая южн. пол.	Атлантическая	Олюконда 18°0′ ю., 16°12′ в.	XI 27	VIII 16	—	—	—	—	—	—	53	II 14	VIII 0	—	—
		Свакопмунд 22°41′ ю., 14°32′ в.	III 17	VIII 13	37	3	II 85	VI 70	XII 70	VI 40	2	—	—	XII 8	V 1
	Континентальная	Булавайо 20°10′ ю., 28°38′ в. 1 360 м	X 23	VII 13	36	2	I 65	IX 40	I 60	IX 10	56	I 14	VII 0	I 15	VII 0
		Претория 25°45′ ю., 28°15′ в. 1 430 м	I 21	VII 11	35	—4	—	—	—	—	56	I 14	VII 5	—	—
	Индийская	Иоганесбург 26°12′ ю., 28°4′ в. 1 920 м	I 19	VI 9	30	—3	II 75	VIII 40	—	—	78	I 16	VII 0	I 14	VII 0
		Таматаве 18°08′ ю., 49°22′ в.	II 27	VII 20	36	17	VI 85	XI 80	I 50	X 30	293	III 47	XI 11	III 20	XI 7
		Тананариве 18°55′ ю., 47°31′ в. 1 440 м	II 20	VII 13	21	5	II 80	X 70	—	—	137	I 32	VII 1	II 22	IX 13
Субтропическая сев. пол.	Атлантическая	Могадор 31°31′ с., 9°42′ з.	IX 20	I 14	27	7	VIII 85	IV 80	II 30	VI 10	33	II 6	VII 0	II 9	VII 0
		Танжер 35°47′ с., 5°49′ з.	VIII 24	I 13	37	2	—	—	II 50	VII 2	84	II 13	VII 0	II 15	VIII 1
	Средиземноморская	Триполи 32°52′ с., 13°10′ в.	VIII 26	I 12	40	3	VII 65	IX 60	XII 40	VII 10	41	XII 12	VII 0	—	—
		Александрия 31°11′ с., 29°53′ в.	VIII 26	I 14	37	7	VII 75	I 60	I 50	VI 10	22	XII 6	VII 0	I 8	0
		Каир 30°03′ с., 31°15′ в.	VII 29	I 12	43	2	XII 70	VI 45	I 40	VI 10	3	XII 1	VII 0	XII 3	0
Субтропическая южн. пол.	Атлантическая	Кейптаун 33°55′ ю., 18°27′ в.	I 21	VII 12	34	4	VI 80	I 65	V 50	I 30	65	VI 12	I 2	VII 12	I 5
	Индийская	Дурбан 29°51′ ю., 31°0′ в.	II 25	VII 18	—	—	—	—	—	—	104	XI 14	VII 5	XI 19	VII 5

Морской воздух умеренной зоны в южном полушарии имеет относительно низкую температуру по причине отсутствия теплых течений в средних широтах южного полушария. Зимние вхождения этого воздуха в южные области Африки сопровождаются резкими понижениями температуры, но, как и в северной Африке, снег может сохраняться только на горах. В южном Кейпленде снегопады обычно наблюдаются на высоте не менее 1 000 м над уровнем моря. В прибрежных горах на высоте 1 500—2 000 м снег в некоторые годы лежит с марта по сентябрь. В северном Кейпленде снег — редкое явление, но бывают отдельные случаи очень глубокого проникновения внутрь страны холодных вхождений, сопровождаемых снежными бурями.

ГЛАВА V

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ АВСТРАЛИИ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Материк Австралии находится в тропической и субтропической зонах южного полушария.

Австралия в $7^1/_2$ раза меньше Евразии и в 4 раза меньше Африки. Однако, несмотря на сравнительно небольшие размеры, термическое действие поверхности континента в общем теплообороте этой части земного шара весьма значительно, чему способствуют, с одной стороны, притропическое положение Австралии, где благодаря малой облачности инсоляция очень велика, с другой — форма самого континента и малая изрезанность берегов. Контур Австралии только на 30% превышает длину окружности равновеликого по площади круга, в то время как, например, контур Азии превышает длину окружности соответствующего круга на 65%, контур Европы — более чем на 70%.

Наибольшее термическое возмущение материк Австралии создает летом, когда температурный контраст между ним и окружающим океаном особенно велик. Термическое возмущение сказывается и на распределении давления (см. рис. 38, 39, 40, 41). В летние месяцы над всей Австралией преобладает пониженное давление, создавая как бы разрыв в субтропическом поясе высокого давления, подобно таким же разрывам над Южной Америкой и южной Африкой. Средняя картина распределения давления летом обнаруживает в северо-западной Австралии довольно глубокий минимум (см. рис. 38), имеющий главным образом термическое происхождение, как и известный летний минимум над центральной Азией.

Зимой материк нагревается значительно слабее, и температурное различие между ним и поверхностью океана сглаживается. Широкая полоса высокого давления, проходящая в притропической зоне южного полушария, захватывает зимой всю Австралию. В средней Австралии обнаруживается рост давления по сравнению с южными и северными берегами, что,

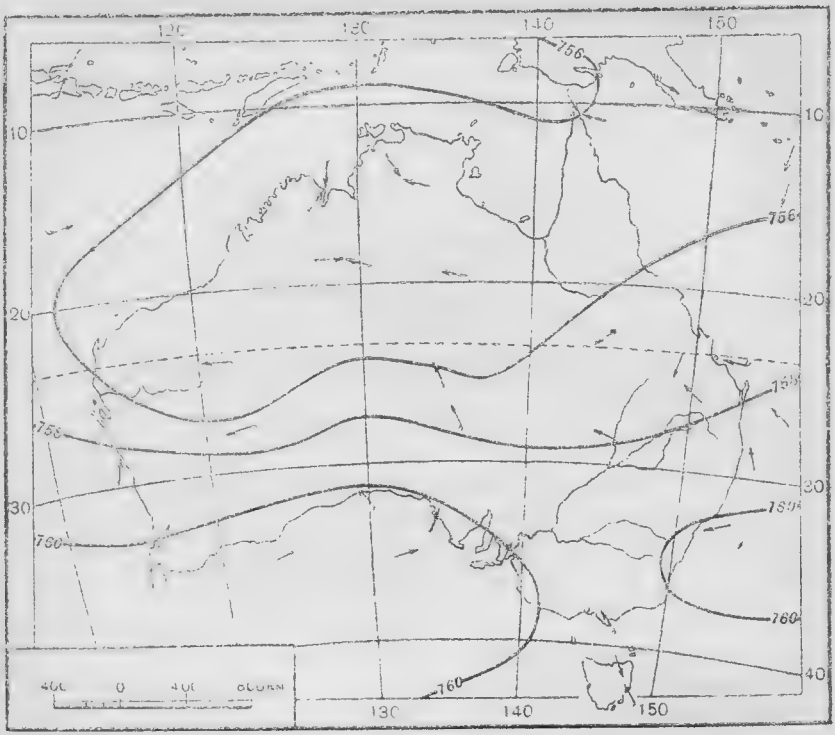


Рис. 38. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Австралией в январе.

однако, следует относить за счет общециркуляционных процессов, определяющих пути субтропических антициклонов в зимнее время.

В условиях атмосферной циркуляции над Австралией и прилегающими к ней частями Индийского и Тихого океанов необходимо прежде всего указать на развитие в тропической зоне экваториального северо-западного муссона теплой половины года. Возникновение экваториального муссона и образование тропического фронта над океаном в южном полушарии наблюдается только в этой части земного шара, так как только здесь летом запасы тепла у земной поверхности больше, чем в северном полушарии, где лежит охлажденный в это время материк Азии. В Атлантическом океане и в восточной половине Тихого океана, где разность температур между северным и южным полушариями оказывается всегда в пользу северного полушария, юго-восточный пассат и зимой и летом распространяется до самого экватора. В южной части Индийского океана пассат распространяется до экватора только в зимнюю половину года. В связи с этим и холодные

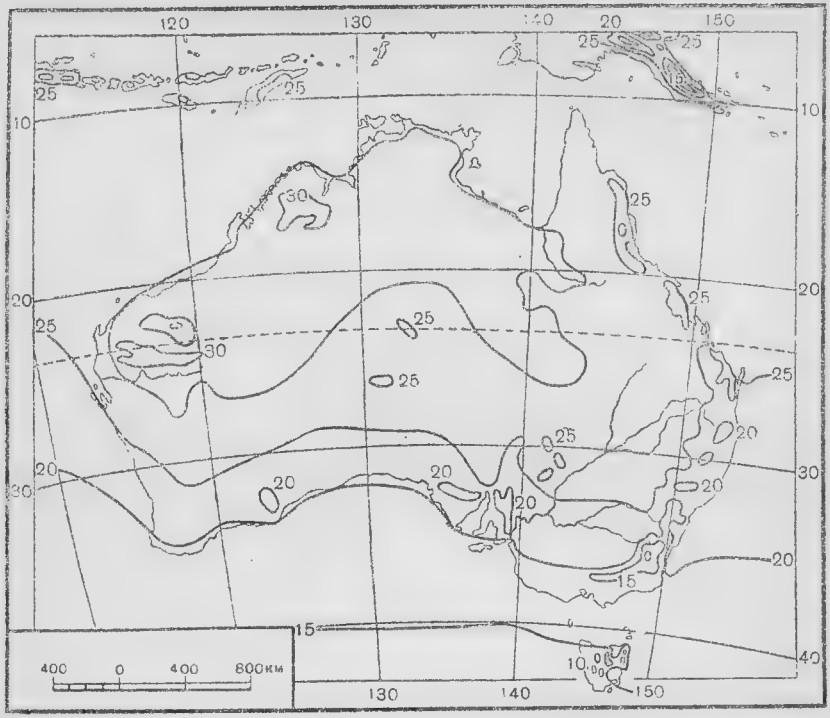


Рис. 39. Изотермы января в Австралии (не приведены к уровню моря)

морские течения, омывающие западные берега южной Африки и Южной Америки, развиты гораздо сильнее, чем западно-австралийское течение. Температура воды у западных берегов Австралии на 5° выше, чем на той же широте у западных берегов Африки.

Разрыв в субтропическом поясе высокого давления, имеющийся летом над Австралией, приводит к ослаблению пассатов над континентом и усилению экваториального муссона. Экваториальный муссон продвигается над Австралией к югу так же далеко, как и над южной Африкой, достигая в среднем 18—19° ю. ш. Над Индийским же океаном тропический фронт, определяющий южную границу муссона, лежит почти на 10° ближе к экватору. Запасы экваториального воздуха муссона пополняются северо-восточным пассатом северного полушария.

Вся средняя и южная части Австралии летом почти полностью находятся в зоне пассатов, оттекающих из субтропической области высокого давления, которая в это время года не только над континентами, но и над океанами сдвинута к югу. Только на восточном побережье, южнее тропика, дуют

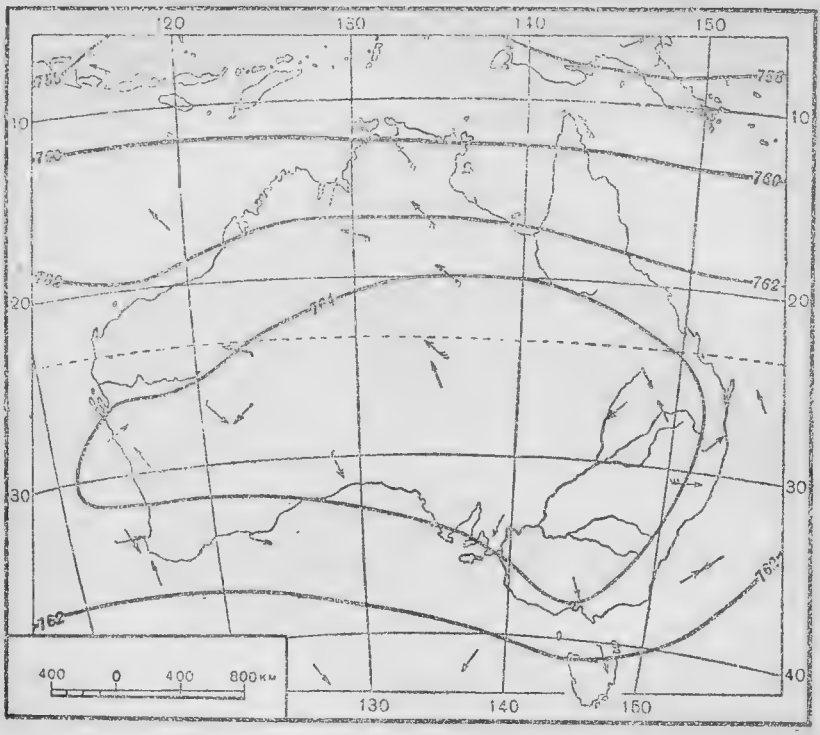


Рис. 40. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Австралией в июле.

преимущественно северо-восточные ветры западной периферии субтропических антициклонов, несущие морской тропический воздух, заполняющий нередко теплые секторы полярнофронтовых циклонов.

Преобладающие летом на южном и юго-западном берегах юго-западные ветры можно рассматривать как течения восточной периферии антициклонов, переходящие далее к северу в юго-восточный пассат.

Наибольшим постоянством и силой отличаются пассаты, оттекающие по восточной периферии антициклонов Индийского океана. Вдоль западных берегов Австралии они имеют летом южное и юго-восточное направление. Менее постоянны и относительно слабы пассаты над внутренней частью континента. Пассаты, дующие у восточных берегов (севернее тропика) летом, являются течением северной периферии антициклонов Тихого океана и имеют почти восточное направление; устойчивость этих пассатов значительно меньше, чем пассатов западного побережья.

В зимнюю половину года условия циркуляции над Австралией значительно меняются. Пассатное течение охватывает

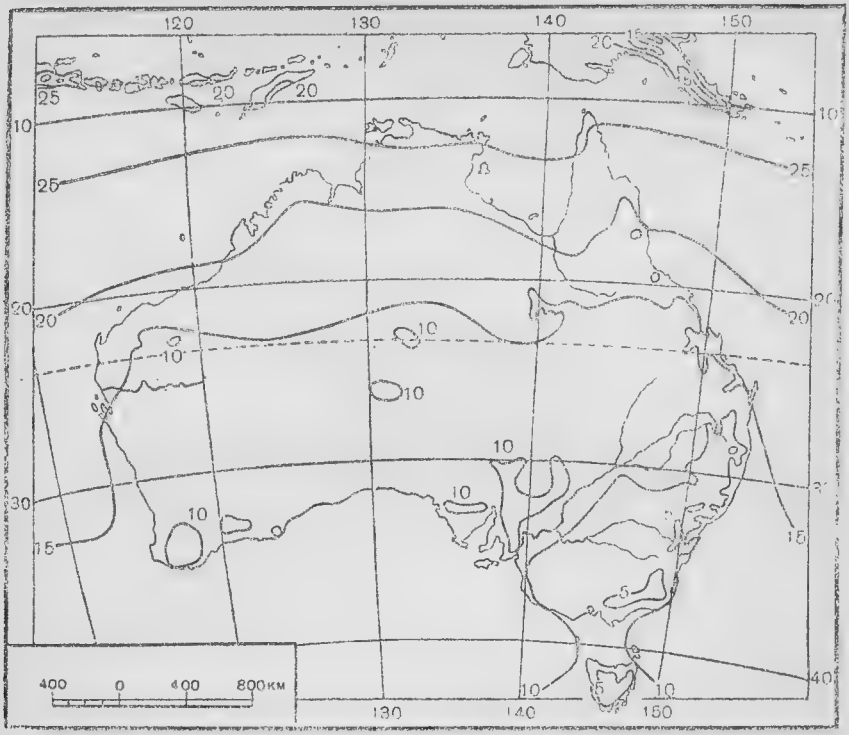


Рис. 41. Изотермы июля в Австралии (не приведенные к уровню моря).

всю северную половину континента, достигая экватора, и переходит даже в северное полушарие, где питает юго-западный экваториальный муссон. Зимой пути субтропических антициклонов лежат значительно севернее, чем летом, и проходят через материк Австралии; таким образом, начало пассатного течения надо относить к широте лишь немногим южнее тропика. Над континентом антициклоны несколько замедляют свое движение, в результате чего зимой над Австралией выделяется замкнутая область более высокого давления (см. рис. 40).

Пассаты зимней половины года на западном побережье над материком и у восточных берегов Австралии везде являются потоками восточных частей антициклонов и в связи с этим имеют юго-восточное направление и достаточно хорошо выражены. Это имеет особое значение для восточного побережья, создавая резкое различие в характере зимы и лета в пассатной зоне. Восточный пассат летней половины года на восточном побережье несет влажнонеустойчивый морской тропический воздух, дающий обильные осадки при встрече с

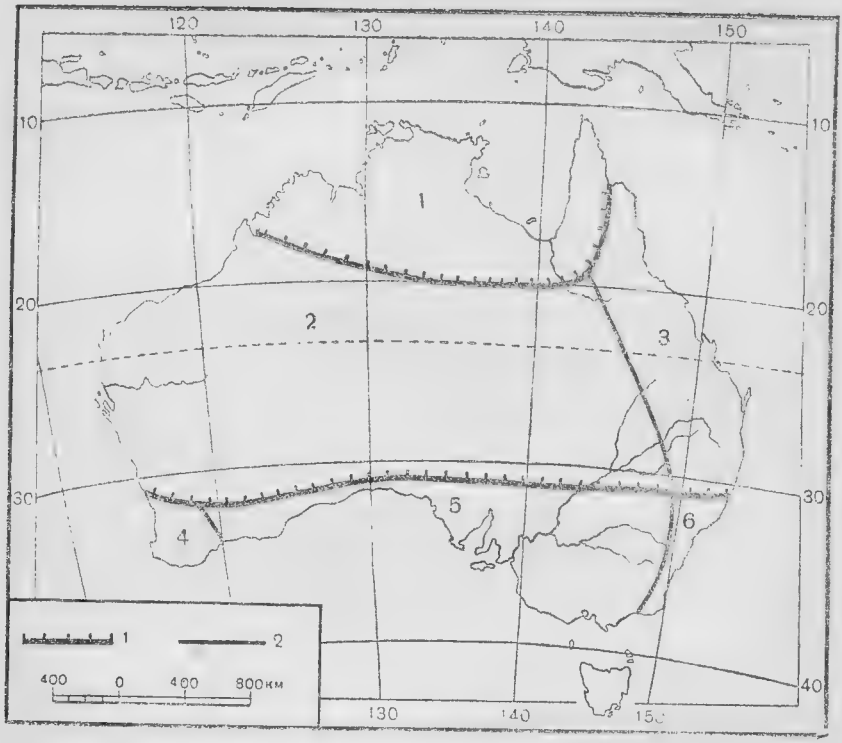


Рис. 42. Схематическая карта климатических зон Австралии с входящими в них климатическими областями.

Зона экваториальных муссонов: 1—Индонезийская. Тропическая зона: 2—Континентальная, 3—Тихоокеанская. Субтропическая зона: 4—Индийская, 5—Южноавстралийская, 6—Тихоокеанская.

Границы: 1—зон, 2—областей.

гористым берегом. Юго-восточный зимний пассат, дующий вдоль берега, связан с восточной периферией континентальных антициклонов и несет главным образом сухой континентальный тропический воздух.

В южной Австралии зимой устанавливается типичный субтропический циркуляционный режим, известный на примере субтропической Африки. Полярный фронт продвигается к южным берегам Австралии; циклогенез на этом фронте обусловливает глубокое проникновение морского воздуха на материк, вызывая резкую перемену температуры и выпадение осадков. В антициклональных отрогах между отдельными циклоническими сериями над континентом идет трансформация воздуха умеренной зоны в тропический. Последний в свою очередь иногда энергично продвигается к югу, заполняя теплые секторы циклонов горячим сухим воздухом пустынь. В антициклонах, замыкающих циклонические серии, полярный фронт обычно размывается, и воздух умеренной зоны вливается в пассат.

В тесной связи с условиями циркуляции находится и распределение океанических течений у берегов Австралии. Восточные и северные берега материка омываются теплыми морскими течениями, соответствующими западной периферии тихоокеанских антициклонов. На юге протекает холодное западное, так называемое «поперечное» течение, обтекающее земной шар в умеренных широтах северного полушария. Под действием субтропических антициклонов Индийского океана от этого течения отходит ветвь, направляющаяся к северу вдоль западных берегов Австралии. Однако, как указывалось выше, этот отток холодной воды к экватору идет недостаточно интенсивно, чтобы заметно снизить температуру на западноавстралийском побережье. Приводим на рис. 42 схематическую карту климатических зон и областей Австралии.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ

Северо-западный экваториальный муссон распространяется летом по всей северной Австралии, проникая на западе и в центральной части материка иногда южнее тропика, на востоке же ограничиваясь лишь полуостровом Йорк. Подобно юго-западному индийскому муссону, северо-западный австралийский муссон состоит из влажнонеустойчивых масс экваториального воздуха. Так же, как и в северном полушарии, этот воздух имеет более низкую температуру, чем та, которой достигает к концу засушливого периода тропический воздух. Поэтому с началом муссона в северной Австралии замечается общее понижение температуры, что особенно резко обнаруживается на береговых станциях.

Влажнонеустойчивый воздух муссона несет с собой конвективные осадки экваториального типа. Их количество на северном побережье превышает 1 000 и 1 500 мм, но нигде не достигает столь больших величин, как в Индии. Это объясняется, с одной стороны, плоским рельефом северной Австралии, с другой — вообще более слабым развитием экваториальных муссонов над Индийским океаном в южном полушарии по сравнению с северным, о чем уже говорилось выше.

В зимний период южного полушария экваториальный воздух сохраняется только в очень близких к экватору широтах. Во всей северной Австралии, как уже говорилось, преобладающим является юго-восточный поток тропического воздуха, направленный к экватору. Этот воздух, формируясь главным образом над внутренними засушливыми районами Австралии, очень сух. Проникая в отдельных случаях к южным островам Зондского архипелага (Тимор, Сумбава), он вызывает там сильные засухи, от которых гибнут посевы и малоприспособленные к длительному бездожью кокосовые пальмы.

Приводим пример годового хода температуры и осадков в области экваториального муссона в северной Австралии:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Порт Дарвин (12°30′ ю. ш., 130°50′ в. д.). Температура (С°)											
28,0	28,0	28.5	28,0	26,5	25,0	23,0	25,0	27,5	29,0	29,0	28,5
Осадки (мм)											
400	340	260	110	20	4	2	2	10	50	120	260

Климаты экваториальных муссонов северной Австралии отличаются от муссонных климатов южной Азии меньшим количеством летних осадков и большей засушливостью зимнего периода, а также быстрым убыванием летних муссонных осадков с увеличением широты.

Распространение экваториального муссона к югу и связанное с этим выпадение осадков может резко отличаться в отдельные годы, что является весьма характерной особенностью Австралии. Так, среднее положение тропического фронта в Северной Австралии достигает 18° ю. ш.; в отдельных же случаях экваториальные ливни проникают до тропика, а связанная с ними облачность может наблюдаться даже под 30° ю. ш. На западном побережье, как можно видеть из годового хода осадков в Дерби, граница области экваториальных муссонов лежит южнее 17°:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Дерби (17°18′ ю.ш., 123°40′ в.д.)											
200	180	90	40	30	20	4	3	0	0	30	110

На востоке в область муссонов входят северо-западные районы Квинсленда, между заливом Карпентария и 20° ю. ш., и полуостров Йорк. В восточной части полуострова, около 15° ю. ш., климаты муссонов переходят в климаты влажных океанических пассатов, аналогичные климатам юго-восточной Африки. Растительность в области экваториальных муссонов, так же как и в соответствующих областях Африки и южной Азии, имеет характер саванны, которая с уменьшением осадков к югу переходит в тропическую степь.

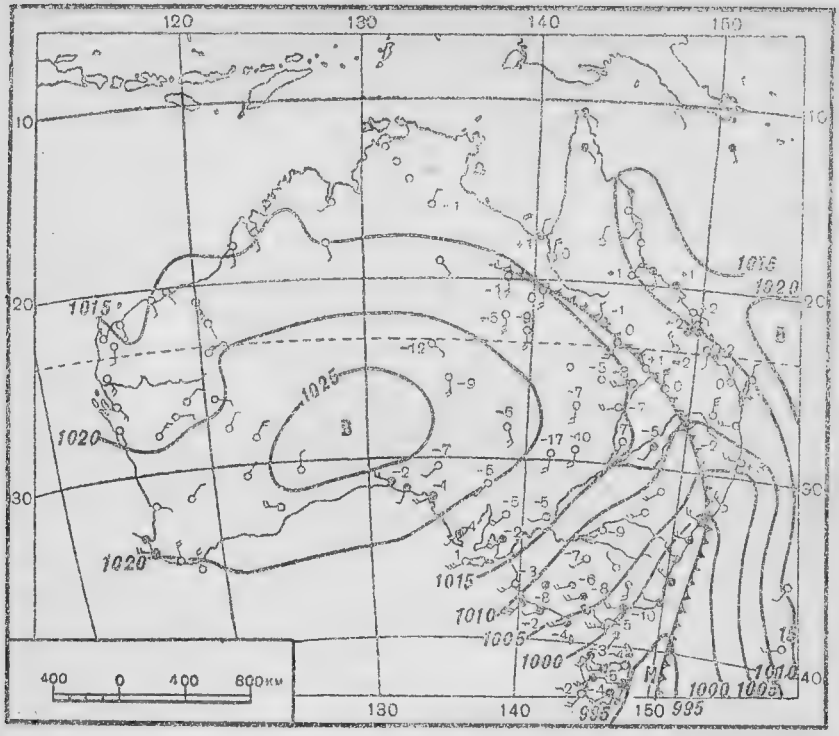


Рис. 43. Вхождение на материк Австралии южного морского воздуха (13/IX 1928 г., 9 часов). Цифры у станций обозначают изменение температуры воздуха в градусах за сутки.

ЗОНА ТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДУХА

К области экваториальных муссонов с юга примыкает область пассатных климатов, в которой преобладающей воздушной массой во все сезоны является тропический воздух. На севере границы этой области определяются летним положением тропического фронта, пересекающего Австралию на широте около 18° ю. ш. На юге область пассатных климатов ограничена зимним положением полярного фронта, который, повидимому, в среднем не заходит далеко на север от южных берегов Австралии. Об этом косвенно можно судить по выпадению связанных с ним зимних осадков. Во внутренней Австралии регулярные зимние дожди редко достигают 28-й параллели, в то время как регулярные летние дожди не переходят через тропик на юг [1]. Между этими параллелями находятся наиболее засушливые области без определенного дождливого времени

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

года. Таким образом, область пассатных климатов на юге достигает побережья Большого Австралийского залива, оставляя лишь небольшие области на юго-востоке и юго-западе.

В отдельных случаях морской воздух умеренного пояса может проникать на континент до его северных областей. На рис. 43 приводится случай глубокого вхождения морского воздуха с юга на материк Австралии весной.

Климаты континентальных пассатов, занимающие внутреннюю часть континента, аналогичны климатам соответствующих областей в северной и южной Африке. Во внутренней Австралии наблюдаются столь же большие годовые и суточные колебания температуры, как в Сахаре и Калахари. В центре материка — в горах Макдонелла — разность между средними температурами января и июля достигает 19°, а на прилегающих низменностях должна превышать 20°[1]. Колебания температуры в течение одних суток в австралийских пустынях могут достигать 35° и даже 40°. Ночные заморозки зимой с температурой ниже —5° на поверхности почвы встречаются даже севернее тропика.

Резкие похолодания здесь всегда связаны с вхождениями морского воздуха умеренной зоны, проникающего в глубь материка. На рис. 43 видно, что изменение утренней температуры от одного дня к другому при холодном вторжении может превышать 10° и даже 15°. Не менее резкие колебания наблюдаются и в отношении максимальных и минимальных температур. Так, для того же случая 12 сентября 1928 г. в Шарлот-Уотерс (25° 56′ ю. ш., 134° 55′ в. д.) максимум температуры 12 сентября был 36°, 13 сентября 21°; минимум 12 сентября 13° и 13 сентября 3°.

Относительная влажность у Ключей Алисы, в центральной части континента, не являющейся еще самой сухой областью внутренней Австралии, в летнее полугодие (с сентября по март) составляет 30—40%, зимой 45—60%.

Однако, несмотря на резко выраженную засушливость, в Австралии нет зоны без осадков, подобной областям центральной Сахары. Области с летними муссонами и зимними субтропическими осадками несколько перекрывают друг друга. Таким образом, хотя во внутренней части континента осадков выпадает очень мало, но они распределяются по временам года значительно более равномерно, чем в области муссонов на севере и в южной субтропической части континента.

Осадки в области континентальных пассатов в Австралии носят ливневой характер. Так же как и в африканских пустынях, они заполняют пересыхающие в обычное время русла рек и нередко вызывают катастрофические по своей быстроте разливы.

---

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Центральная Австралия, Шарлот-Уотерс
(25°36′ ю. ш., 131°55′ в. д.)

24	17	18	19	10	7	4	6	5	8	10	13

Северная Австралия, залив Карпентария
(17°06′ ю. ш., 159°42′ в. д.)

320	403	55	5	0	0	0	0	0	19	22	212

Западное побережье в зоне пассатов имеет климаты, характерные для восточной периферии антициклонов, только со значительно более теплым летом, чем соответствующие климаты западного побережья Африки. Причины этого были указаны выше. На западном побережье, так же как и в центральной части, границы распространения осадков летнего муссона и зимних осадков, характерных для субтропической зоны, перекрывают друг друга. Южнее 20° имеется уже явное преобладание осадков зимней половины года, как, например, в Онслоу:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Онслоу (21°43′ю.ш., 114°12′ в.д.)
Осадки (мм)

14	17	20	7	40	46	22	12	0	0	0	5

Пассаты восточного побережья Австралии имеют, как указывалось выше, различный характер зимой и летом. Морской тропический воздух пассатов летней половины года весьма близок по своим свойствам к экваториальной воздушной массе муссонов северного побережья и также несет конвективные осадки влажнонеустойчивости, некоторое понижение температуры и большую влажность. Средняя относительная влажность на восточном побережье летом достигает 80 и 85%. Период дождей длится с декабря по апрель, захватывая местами и май месяц.

Несмотря на то, что рельеф восточного берега, казалось, должен был бы усиливать осадки, количество их в летние месяцы в среднем не превышает муссонных осадков северо-запад-

ного побережья, что объясняется меньшей устойчивостью (в смысле повторяемости) пассата по сравнению с экваториальным муссоном.

Зимний пассат восточного побережья, оттекающий по восточной периферии континентальных антициклонов, относительно сух и сопровождается преимущественно ясной погодой. В ясные ночи температура иногда падает до нуля и наблюдаются даже легкие заморозки. Осадков зимой выпадает мало:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Мэккей (21°12′ ю. ш., 148°18′ в. д.). Температура (С°)											
27,0	26,0	25,5	23,0	20,0	17,5	16,0	18,5	21,5	23,8	27,5	28,0
Осадки (мм)											
380	350	390	190	110	70	60	20	30	60	70	190

Таким образом, климат восточного побережья в области пассатов отличается от климатов северной Австралии лишь менее теплой зимой, сохраняя в основном тот же характер годового хода погоды, что обусловлено сходством физических свойств основных типов воздушных масс в этих областях.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

На крайнем юге Австралии приобретает климатологическое значение новый циркуляционный фактор: циклоническая деятельность на полярном фронте, развивающаяся у южного побережья в зимнее время. Теплые секторы зимних циклонов заполняются северо-западными потоками прогретого морского воздуха. На юго-западе Австралии в этих случаях поступает морской тропический воздух, дающий достаточное количество осадков как на холодных, так и на теплых участках фронта. По мере же движения циклона на восток в теплый сектор постепенно затягиваются массы сухого континентального воздуха, в связи с чем фронтальные осадки постепенно ослабевают и сохраняются только осадки неустойчивости внутри холодной массы, вступающей за фронтом. Количество зимних осадков, таким образом, быстро убывает с запада на восток; в Новом Южном Уэльсе регулярные зимние осадки вообще прекращаются севернее 30° широты. Приводим для иллюстрации осадки за зимние месяцы вдоль 32-й параллели:

	Июнь	Июль	Август
Перт (116° в. д.)	168	160	143
Эйре (126° в. д.)	44	29	30
Уилькенна (143° в. д.) . .	23	14	22

Условия летнего сезона в большей части субтропической Австралии складываются под действием проходящих с запада на восток антициклонов. Опускание воздуха в антициклонах, образование инверсий сжатия и в то же время прогревание притекающего на континент относительно холодного морского воздуха способствуют развитию устойчивой ясной погоды. При дальнейшем движении антициклонов на восток влияние континента накладывается на общециркуляционные условия. Сильное прогревание поверхности материка и интенсивная конвекция ведут к ослаблению антициклонов и к общему размыванию барического рельефа. Поэтому на востоке в связи с конвекционным размыванием антициклонов условия для выпадения летних осадков заметно улучшаются; однако благодаря сухости воздуха осадки не могут быть значительными. Таковы, например, летние осадки для взятых выше пунктов по 32-й параллели:

	Декабрь	Январь	Февраль
Перт	15	8	9
Эйре	10	20	10
Уилькенна	18	25	18

Особенно наглядно сопоставление зимних и летних осадков, взятых в процентах от годовой суммы.

	Зима	Лето	Год
Перт	56%	4%	850 мм
Эйре	36%	15%	280 мм
Уилькенна	23%	23%	260 мм

Как видим, основное различие в годовом ходе осадков между юго-западной и юго-восточной Австралией сводится к тому, что на западе, при значительном годовом количестве осадков, зима резко отличается своей дождливостью от лета; на востоке же, на фоне возрастания общей засушливости, затухают и сезонные различия.

В особых условиях находится субтропическая область восточного побережья. В зимнее полугодие, когда над континентом развиваются довольно устойчивые антициклоны, тихоокеанское побережье попадает в их восточную периферию с относительно холодными южными ветрами. На это уже указывалось при описании климатов пассатной зоны. Летом, наоборот, в субтропической области преобладает северо-восточный

поток западной периферии тихоокеанских антициклонов, несущий влажнонеустойчивый морской тропический воздух. Зима в субтропиках восточного побережья относительно суха, и наибольшее количество осадков выпадает в теплую половину года. Однако с увеличением широты максимум осадков с лета сдвигается постепенно на осень и на крайнем юге переходит на зимние месяцы:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Грэфтон (29°42′ ю. ш., 152°58′ в. д.)											
130	120	120	90	70	60	60	50	50	70	70	90
Кэмсей (31°10′ ю. ш., 152°45′ в. д.)											
120	140	130	100	90	90	80	100	70	70	60	100
Сидней (33°52′ ю. ш., 151°10′ в. д.)											
90	120	130	140	130	140	110	80	70	70	80	60
Дилегейт (37°2′ ю. ш., 148°59′ в. д.)											
60	50	60	60	50	80	60	50	50	60	50	60

Температурный режим южной Австралии, помимо общего влияния субтропического положения, в значительной мере определяется разностью температур между морем и континентом. В летнее время, когда эта разность наиболее велика, температурные условия очень изменчивы. В проходящих с запада на восток по югу Австралии циклонических ложбинах направление ветра, а вместе с ним и температура сменяются очень резко. В передних частях этих депрессий притекает с севера раскаленный и сухой тропический воздух из внутренних областей континента с температурой иногда выше 40°. В тыловых частях, с прекращением северных ветров, температура быстро падает до нормальной, т. е. до 20—25°, или опускается еще ниже под действием свежего морского полярного воздуха, входящего в южном потоке. Весьма характерно, что обычно дождь начинает выпадать не в момент прохождения фронта, а на другой день после вхождения холодного воздуха, когда вертикальная мощность последнего оказывается достаточной для

образования внутримассовых конвективных осадков. Фронтальные же осадки не выпадают благодаря большой сухости континентального тропического воздуха.

Летние горячие ветры южной Австралии по своему физиологическому действию имеют большое сходство с нашими суховеями и также губительно действуют на растения и урожаи хлебов. От этих ветров страдают преимущественно юго-восточные внутренние районы, где ветры особенно сухи и отличаются большой интенсивностью.

Таким образом, в субтропических климатах Австралии наблюдаются все три основные разновидности. Климаты юго-западного и южного побережья относятся к типу субтропических климатов восточной периферии антициклонов и подобны аналогам климатов Средиземноморской области, но отличаются от последних более теплой зимой и в то же время значительно большей изменчивостью температуры.

Климаты восточного побережья сходны с субтропическими климатами юго-восточной Африки и отчасти восточной Азии. От последних они отличаются значительно более теплой зимой, благодаря тому, что континент Австралии не распространяется в умеренные широты и зимой над ним не формируется холодный континентальный воздух.

Область континентальных субтропических климатов занимает узкую полосу между прибрежной зоной и областью пассатов. Выше указывалось, что регулярные зимние осадки полярного фронта не распространяются в восточной половине материка севернее 30° ю. ш. Но и на западе они проникают в глубь континента лишь немногим дальше. Континентальные субтропические климаты Австралии имеют близкие аналоги в южной Африке.

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра С°		Ср. из. годовых С°		Отн. влажность %		Облачность (в %)		Колич. осадков см			Число дней с осадками	
			наиб. тепл. месяца	наиб. хол. месяца	макс.	мин.	наиб. влажн. месяца	наиб. сух. месяца	наиб.	наим.	год	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Экваториальных муссонов	Индийская	Порт Дарвин 12°30′ ю., 130°50′ в.	XI 29	VII 24	38	15	II 77	VII 60	—	—	158	I 40	VII 0	—	—
		Дерби 17°18′ ю., 123° 40′ в.	XII 31	VII 22	43	8	II 65	IX 50	II 50	VII 0	70	I 20	IX 0	I 12	IX 0
	Тихоокеанская	Карпентария 14° ю., 139° в.	XII 29	VII 21	37	12	—	—	—	—	89	I 28	VIII 0	—	—
		Мыс Йорк 10°40′ ю., 142°32′ в.	XII 28	VIII 25	34	16	II 85	IX 80	I 70	VI 50	208	I 58	IX 0	I 25	IX 4
		Куктаун 15° 27′ ю., 145° 16′ в.	I 28	VII 22	—	—	—	—	—	—	175	II 37	IX 10	—	—
Тропическая	Индийская	Гемслин Пуль 26°24′ ю., 114°12′ в.	I 29	VII 15	44	0	—	—	—	—	19	VI 5	X 0	—	—
		Пик Хилл 25°36′ ю., 118°48′ в. 600 м	I 30	VII 12	43	3	—	—	—	—	23	—	—	—	—
	Континентальная	Алис-Спрингз 23°40′ ю., 133°46′ в. 600 м	I 30	VII 11	46	—3	VI 60	XI 30	—	—	27	I 5	VII 1	—	—
	Тихоокеанская	Маккай 21° 9′ ю., 149° 14′ в.	XII 28	VII 16	42	3	V 90	XI 70	—	—	191	III 39	VIII 2	III 23	VIII 4
		Брисбен 27° 27′ ю., 153° 2′ в.	XII 25	VII 14	38	3	III 80	XII 70	II 60	VIII 30	137	II 24	IX 6	III 17	VIII 7
Субтропическая	Индийская	Перт 31° 57′ ю., 115° 52′ в.	II 24	VII 13	42	1	VII 75	XII 60	VIII 50	I 10	85	VII 17	I 1	VIII 18	II 2
		Банбери 33° 17′ ю., 115° 38′ в.	II 21	VII 12	38	1	—	—	—	—	85	VII 16	II 1	VIII 16	II 2
	Континентальная	Эйкла 31° 42′ ю., 128° 54′ в.	II 21	VII 12	45	0	—	—	—	—	26	VI 3	XII 1	—	—
		Аделаида 34° 55′ ю., 138° 36′ в.	I 23	VII 11	43	2	VII 75	I 45	VI 60	II 30	52	VI 8	II 2	—	—
		Мельбурн 37° 47′ ю., 144° 58′ в.	I 20	VII 9	41	—1	VII 80	I 65	V 70	XII 50	65	X 70	II 40	IX 14	III 5
	Тихоокеанская	Сидней 33° 52′ ю., 151° 10′ в.	I 22	VII 11	39	4	V 80	XII 70	—	—	123	IV 14	IX 7	IV 15	IX 11
		Гоульборн 34° 46′ ю., 149° 42′ в. 650 м	I 21	VII 6	39	—6	—	—	—	—	66	I 70	VII 40	—	—

ГЛАВА VI

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ЮЖНОЙ АМЕРИКИ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Основным фактором циркуляции в экваториальной зоне Южной Америки является восточно-западный перенос, обусловленный мощными пассатными течениями северной и южной Атлантики (см. рис. 44, 45, 46, 47). Экваториальная Америка в этом отношении существенно отличается от экваториальной Африки, где пассатный перенос выражен гораздо слабее. Воздух, приносимый пассатами к восточным берегам Америки, сильно прогрет и влажен и по своим свойствам близок к экваториальной воздушной массе, что также отличается от условий на африканском континенте, где пополнение экваториальных масс идет преимущественно за счет сухих тропических масс.

Область Анд и западное побережье экваториальной Америки находятся в зоне пассатов восточной периферии тихоокеанских антициклонов южного полушария. У западных берегов Америки тихоокеанский пассат южного полушария перетекает в северное полушарие, меняя направление и переходя в юго-западный муссон Панамского залива, подобно муссонам Гвинейского побережья Африки.

Условия циркуляции в тропической зоне Южной Америки аналогичны условиям в южной Африке и Австралии на тех же широтах. Восточное побережье находится под действием восточных и северо-восточных течений (западной периферии атлантических антициклонов), несущих морской тропический воздух. На западном берегу преобладают южные потоки восточной периферии тихоокеанских антициклонов, несущие воздух хотя и тропический, но сильно охлажденный в нижних слоях под действием холодного Перуанского течения — аналога Бенгуэльского течения, омывающего западные берега южной Африки. Над внутренними областями в притропической зоне формируется континентальный тропический воздух,

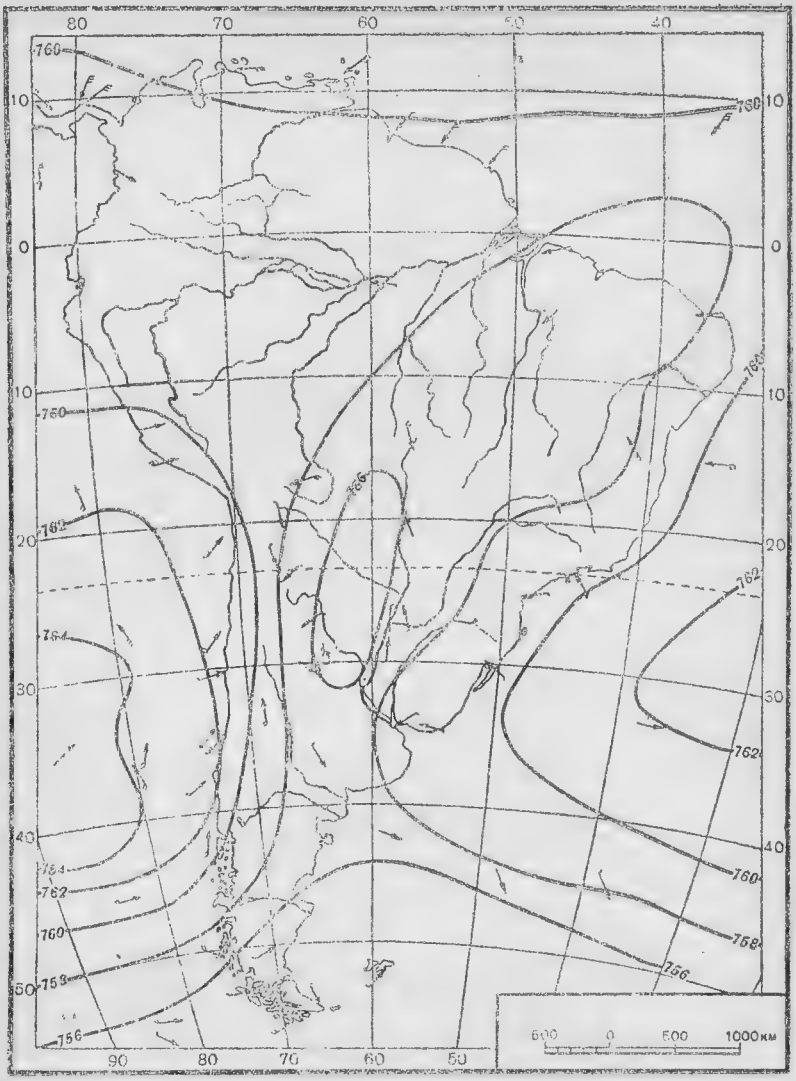


Рис. 44. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Южной Америкой в январе.

запасы которого пополняются, главным образом, восточными и северо-восточными антициклональными течениями.

С переходом в умеренные широты характер циркуляции резко меняется, и преобладающим течением становится западное, соответствующее южной периферии субтропических антициклонов. Вместе с этим начинается и усиление циклонической

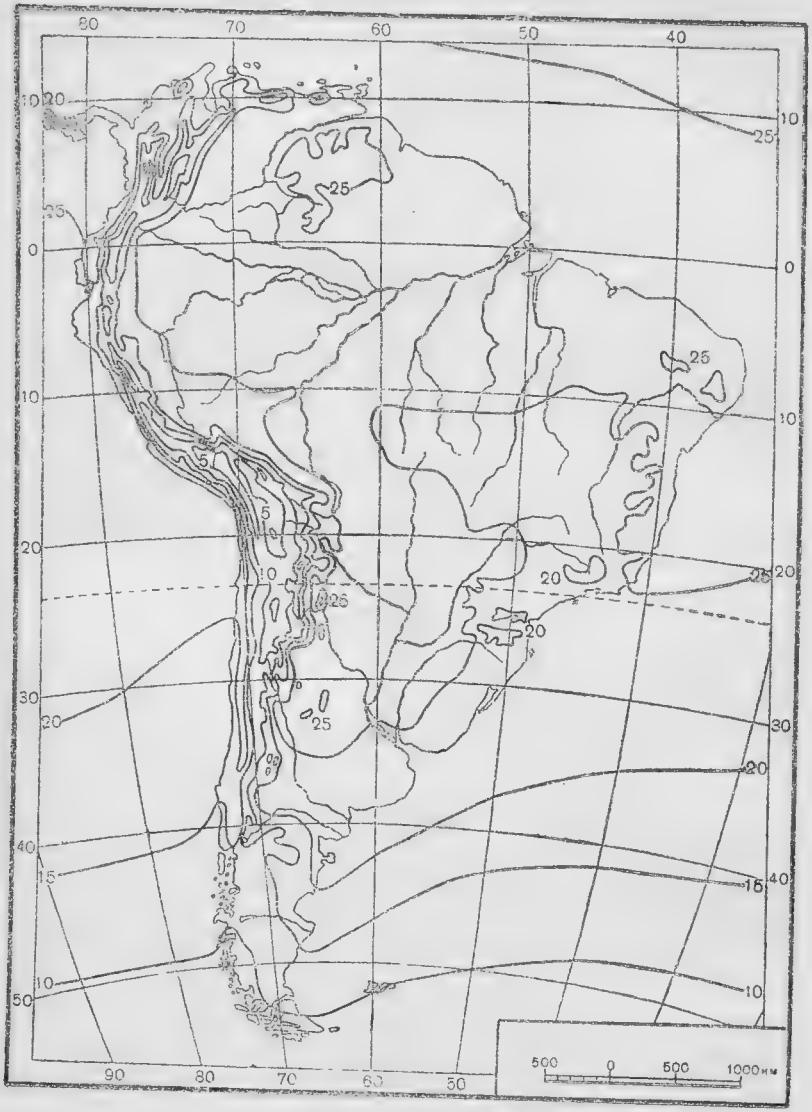


Рис. 45. Изотермы января в Южной Америке (не приведены к уровню моря).

деятельности, протекающей на полярном фронте. Полярно-фронтовые циклоны, пересекая материк с запада на восток, переваливают Анды, которые в этих широтах имеют высоту около 2 500 м. В полярно-фронтовых циклонах на континент поступает морской воздух, который в результате перетекания

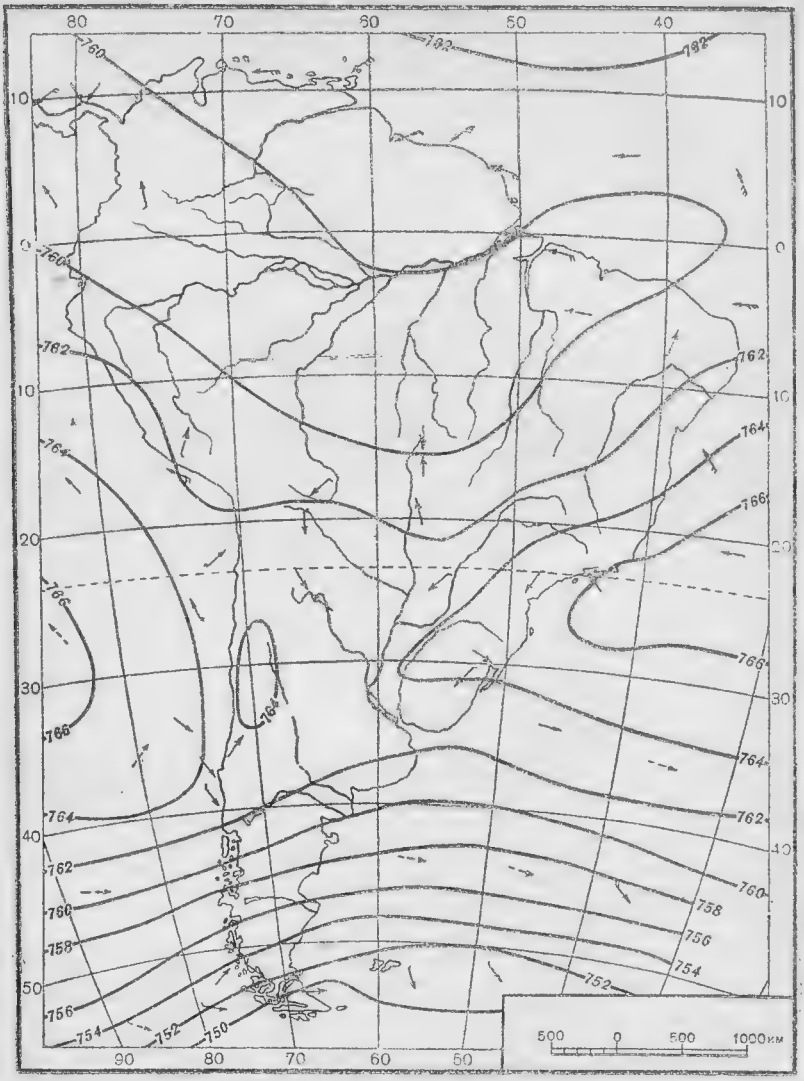


Рис. 46. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Южной Америкой в июле.

через хребет теряет запасы влаги и приобретает более высокую температуру, претерпевая, таким образом, коренное изменение своих свойств. Этот особый вид трансформации можно было бы назвать орографическим.

Формирование континентального воздуха в умеренной зоне Южной Америки в силу малой площади, занимаемой

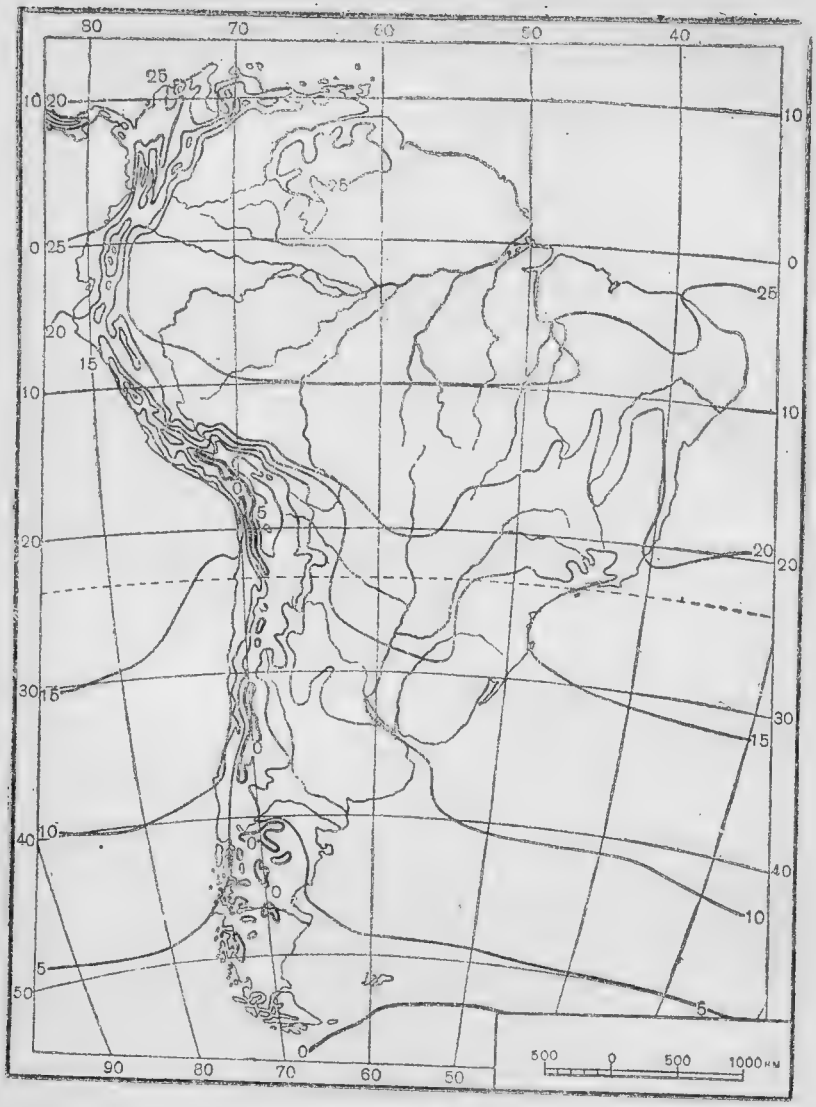


Рис. 47. Изотермы июля в Южной Америке (не приведены к уровню моря).

континентом в умеренных широтах, идет в очень небольших размерах.

Распределение морских течений, омывающих берега Южной Америки между экватором и 40° ю. ш., в основном то же, что и у берегов южной Африки: вдоль восточных берегов течет теплое Бразильское течение, вдоль западных — холодное Перуанское. Южнее 40° берега Америки омываются холодным

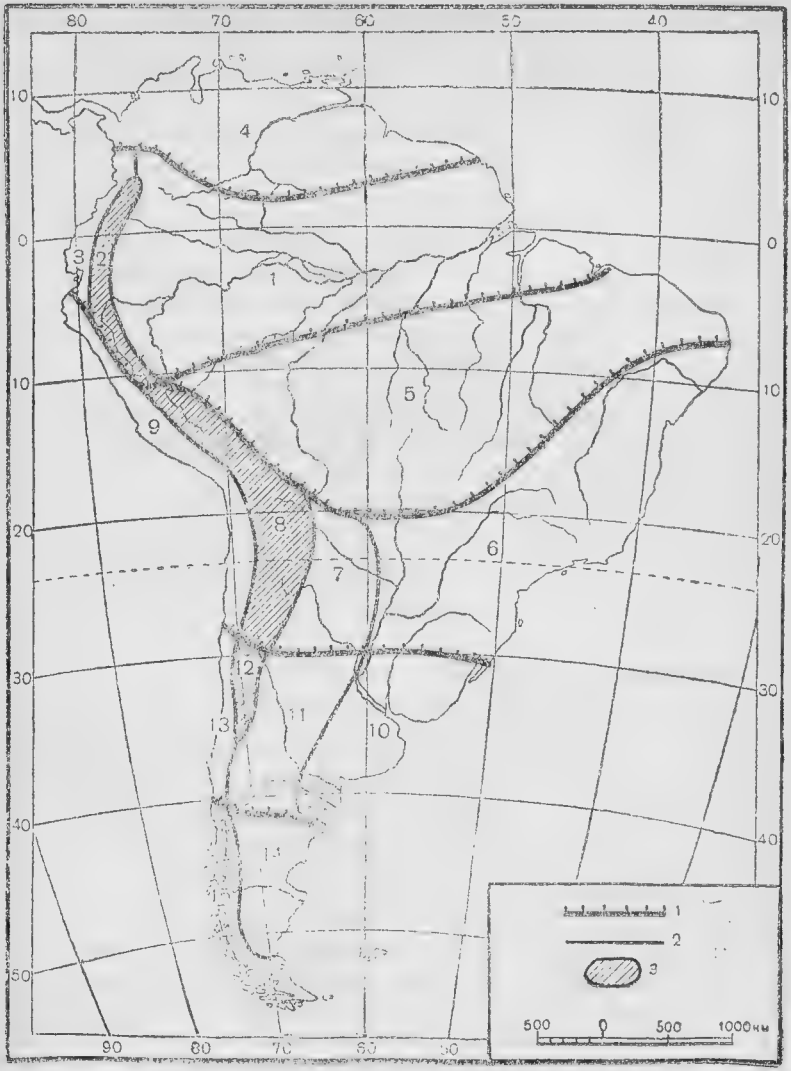


Рис. 43. Схематическая карта климатических зон Южной Америки с входящими в них климатическими областями.

Экваториальная зона: 1—Амазонская, 2—Высокогорная, 3—Тихоокеанская. Зона экваториальных муссонов северного полушария: 4—Атлантическая. Зона экваториальных муссонов южного полушария: 5—Континентально-Атлантическая. **Тропическая зона:** 6—Атлантическая, 7—Континентальная, 8—Высокогорная, 9—Тихоокеанская. **Субтропическая зона:** 10—Атлантическая, 11—Континентальная, 12—Высокогорная, 13—Тихоокеанская. **Умеренная зона:** 14—Тихоокеанская подветренная, 15—Тихоокеанская наветренная.

Границы: 1—зон, 2—областей, 3—высокогорных областей.

западным течением, господствующим в умеренных широтах океанов южного полушария. Характер влияния этих течений на температуру отчетливо обнаруживается на изотермах летних месяцев (рис. 45).

Климатология южноамериканского континента базируется, главным образом, на средних данных по отдельным метеорологическим элементам; вопросы же о типах и физических свойствах циркулирующих здесь воздушных масс, о трансформации этих масс и о положении основных фронтальных зон изучены еще недостаточно. Однако, пользуясь косвенными признаками — характером годового хода температуры, осадков и других элементов, распределением географических ландшафтов и указаниями отдельных авторов на характерные явления погоды, возможно и здесь не отходить от принятой для других материков схемы. Приводим на рис. 48 схематическую карту климатических зон и областей Южной Америки.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ВОЗДУХА

Область формирования экваториальных воздушных масс в Южной Америке к востоку от Анд занимает всю низменность реки Амазонки. Экваториальный воздух формируется здесь из воздуха атлантических пассатов северного и южного полушарий. На тихоокеанском берегу эта область распространяется преимущественно к северу от экватора, вплоть до Панамского залива. В южном же полушарии, благодаря постоянному подтоку свежих пассатных масс, оттекающих по восточной периферии южных антициклонов, формирование экваториального воздуха ограничено более близкими к экватору широтами. Таким образом, в экваториальной зоне Южной Америки могут быть выделены три климатические области: Атлантическая, занимающая долину Амазонки, Высокогорная и Тихоокеанская от Гваякильского залива до Панамского перешейка.

Нам мало известно о вертикальной мощности масс экваториального воздуха в Южной Америке. Но надо думать, что она очень значительна и во всяком случае не меньше, чем над африканским континентом, т. е. порядка 8—10 км. Таким образом, и высокогорные области экваториальной Америки лежат в этой массе. На высоких плато условия изменяются только в смысле общего понижения температуры с высотой, что выгодно отличает высокогорные экваториальные климаты от тепличной атмосферы низменностей, чрезвычайно тягостно действующей на человека.

В связи с общим переносом воздуха с востока на запад в экваториальной области экваториальные массы долины Амазонки медленно восходят по восточному склону Анд и дают здесь слабые, но почти непрекращающиеся дожди, которые в сумме играют немаловажную роль в водном балансе Амазон-

ки и ее верхних притоков. Кроме того, здесь наблюдаются и периодические экваториального типа дожди, связанные с периодами равноденствий.

На западном склоне Анд процесс медленной конденсации также имеет место и часто сопровождается образованием сильных туманов.

Экваториальный воздух Америки по своим физическим свойствам близок к африканскому экваториальному воздуху. Благодаря этому весьма сходен и общий характер климатических условий в экваториальной зоне этих двух континентов. Времена года в обычном понимании этого слова отсутствуют. Во все месяцы преобладает тихая, жаркая, удушливо-влажная погода с проходящими обильными ливнями, чаще всего выпадающими во вторую половину дня. Тягостное состояние затишья прерывается время от времени отдельными бурями с сильнейшими грозами и ливнями. Значительные колебания температуры редки, и годовой ее ход отличается большой ровностью. Абсолютная влажность воздуха может достигать исключительно высоких значений. Годовые суммы осадков велики, но не чрезмерны. Приведем в качестве примера ход температуры и осадков в Манаосе:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Манаос (3°07′ ю. ш., 60°02′ з. д.). Температура (С°)											
26,0	26,7	26,5	26,6	26,7	26,7	27,0	27,6	28,2	28,2	27,9	27,0
Осадки (мм)											
234	228	243	217	179	92	55	35	52	105	139	196

В данном примере выражен только осенний максимум осадков.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ

Эти области, в которых можно отчетливо наблюдать сезонную смену экваториального потока пассатом, в Южной Америке лежат как к югу, так и к северу от экватора.

В северном полушарии экваториальный воздух летом заполняет почти всю часть континента, лежащую к северу от экватора, встречаясь с пассатом только на побережье Венецуэлы и Гвианы. Однако морской тропический воздух пасса-

тов в этих широтах мало отличается от экваториального, и тропический фронт здесь выражен слабо.

Тропический фронт, возникающий летом у берегов Гвианы, является продолжением атлантической ветви тропической фронтальной зоны, образованной пассатами северного и южного полушарий, причем пассат южного полушария, по отношению к северному, является холодной массой. До тех пор, пока имеет место конвергенция этих двух различных по плотности пассатных потоков над Атлантикой, тропический фронт хорошо выражен. У берегов же Америки и над самым континентом он оказывается в значительной мере размытым, так как здесь уменьшается сила потоков и сглаживаются температурные различия воздушных масс.

Циклоны тропического фронта у северных берегов Южной Америки несут с собой обильные осадки, являющиеся результатом большой влажнонеустойчивости пассата. Характер выпадения осадков в дождливый сезон на побережье резко отличается от конвективных послеполуденных ливней внутренних областей. Обильные ливни, выпадающие в период дождей на побережье Гвианы и Венецуэлы, мало связаны с временем суток и нередко продолжаются подряд более 12 часов, сопровождаясь сильными юго-восточными ветрами.

Дождливый сезон к северу от экватора внутри континента падает везде на летние месяцы, причем во многих случаях хорошо выражен двойной максимум осадков, характерный для экваториальной зоны. На побережье летний дождливый сезон наблюдается только севернее 6 и 7° с. ш.; в более же низких широтах дождливый сезон наступает одновременно с дождливым сезоном южного полушария, т. е. в зимние и весенние месяцы северного полушария, как, например:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Тринидад (10° 27′ с. ш., 61° 18′ з. д.)											
80	40	50	60	100	210	240	260	190	170	180	120
Кайенна (4° 58′ с. ш., 52° 18′ з. д.)											
360	310	390	400	510	380	170	70	30	30	120	270

К югу от 6° с. ш. и почти до мыса Рок дождливый сезон обусловлен северо-восточным пассатом, встречающим берег почти под прямым углом. Время наибольшего развития северо-восточного пассата у этих берегов падает на конец лета и

осень южного полушария. Охватываемый им период, а вместе с тем и длительность дождливого сезона, быстро убывает с севера на юг. В северном полушарии период пассатных дождей продолжается с ноября по июль; в южном полушарии он занимает январь — июнь, т. е. только пять месяцев, как это видно из годового хода осадков в Парангабе:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Парангаб (3° 46′ ю. ш., 38° 32′ з. д.). Осадки (мм)											
112	310	339	342	236	130	58	29	22	5	24	35

В остальные месяцы как в южном, так и в северном полушарии преобладает юго-восточный пассат, дующий вдоль берега, в связи с чем количество осадков в это время убывает.

Во внутренней Бразилии в годовом ходе осадков резко выражены летний дождливый и зимний сухой периоды; например, в Куяба:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Куяба (15° 37′ ю. ш., 56° 06′ з. д.). Осадки (мм)											
270	230	200	80	50	10	4	10	70	110	170	210

Температурный режим в области экваториальных муссонов Южной Америки не отличается существенными особенностями по сравнению с другими странами. Годовые амплитуды температуры зависят, главным образом, от географической широты места. Суточный ход температуры относительно мал летом, в период дождей, в экваториальном воздухе, и значителен зимой, в тропическом воздухе. Наиболее жаркое время года — конец сухого периода.

На западном побережье экваториальный муссон в северном полушарии распространяется до берегов Мексики. К югу от экватора муссоны выражены очень слабо в связи с тем, что в течение всего года преобладающим является перенос воздуха из южного полушария в северное, и тропический фронт во все сезоны сохраняется в северном полушарии (ср. с западным побережьем экваториальной Африки). Аналогично условиям на западном побережье экваториальной Африки, в узкой приэкваториальной зоне, примерно до Гваякильского залива, идет

формирование масс экваториального воздуха. Но этот воздух не распространяется дальше на юг, и связанные с ним осадки прекращаются еще до 10° ю. ш.

В связи с указанным выше, в муссонной зоне Южной Америки можно выделить только по одной климатической области в каждом полушарии. И в той и в другой сменяющие экваториальный муссон пассаты несут атлантический воздух, который над континентом трансформируется в континентальный тропический. Трансформация атлантического воздуха в континентальный наиболее полно протекает на примыкающих к Андам плоскогорьях Боливии.

ЗОНА ТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДУХА ПАССАТОВ

Пассатные климаты западной периферии атлантического антициклона

В Южной Америке области, где атлантические пассаты господствуют во все сезоны года, встречаются только в южном полушарии, так как к северу от экватора северо-восточный пассат на материке летом везде сменяется южными ветрами (экваториальным муссоном).

В тропической зоне намечаются четыре климатические области: Атлантическая, находящаяся под действием пассатов западной периферии Южноатлантического антициклона, Континентальная, являющаяся очагом формирования континентального тропического воздуха, Высокогорная, занимающая высокогорные районы между 30 и 10° ю. ш., и Тихоокеанская, занимающая тихоокеанское побережье от южной границы Атакамы почти до Гваякильского залива и находящаяся под действием пассатов восточной периферии Южного тихоокеанского антициклона.

Восточное побережье от мыса Рок до 30° ю. ш. лежит в области юго-восточного пассата, преобладающего во все сезоны. Рельеф этой части побережья и благоприятная к пассату экспозиция усиливают осадки, которые здесь снова возрастают до 2 000 мм и более, причем максимум их падает на осенние и отчасти зимние месяцы, как это видно из годового хода осадков в Бахия (Сан-Сальвадор):

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Бахия (12°37′ ю. ш., 38°40′ з. д.). Осадки (мм)											
90	100	190	290	290	270	210	130	90	150	150	70

Внутри континента нет засушливой пассатной зоны. Климат западной Параны, Парагвая и восточной половины провинций Чако и Формоса жаркий и влажный. Несмотря на континентальное положение этих стран, засухи здесь очень редки, и летом выпадает много осадков:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Итакуруби (24°24′ ю. ш., 57°0′ з. д.). Температура (С°)											
26,5	26,5	25,0	22,6	18,5	17,0	18,0	19,5	20,0	23,0	24,5	26,5
Осадки (мм)											
220	150	130	100	90	80	80	30	60	210	150	160

В Парагвае в период летних дождей преобладают северные ветры, жаркие и влажные. Основное количество осадков выпадает в проходящих циклонах, сопровождающихся грозами и сильными ветрами. При прохождении циклона теплый и влажный северный ветер сменяется южным и происходит значительное понижение температуры.

Интенсивность выпадающих осадков велика. Так, например, в Асунсионе годовое количество осадков 1 400 мм выпадает в 85 дней; там же наблюдались случаи, когда в течение 15 минут выпадало свыше 80 мм [1].

Зимой общее количество осадков снижается, но интенсивность холодных вхождений усиливается. В южной Бразилии и в Парагвае экваториальная граница выпадения снега заходит наиболее далеко в тропическую зону по сравнению с другими странами, если не считать высокогорных областей. Выпадение снега при холодных вторжениях в провинциях Паране и Саунь Паулу наблюдается даже севернее тропика, почти у 20-й параллели.

В направлении к Андам количество осадков в рассматриваемой полосе начинает быстро убывать, и на восточных склонах Анд падает ниже 200 мм в год, сохраняя при этом характерный для центральной части континента летний максимум:

---

[1] Кеппен В. (Köppen W.), 1931.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Катамарка (28°28′ ю. ш., 65°47′ з. д. 540 м.)											
80	70	60	20	10	4	1	3	8	20	30	40
Пильчиао (27°36′ ю. ш., 66°30′ з. д. 800 м.)											
40	30	20	7	4	2	1	1	0	4	10	20

Быстрый рост засушливости с приближением к Андам объясняется тем, что вся область Анд, вместе с тихоокеанским побережьем, находится на восточной периферии субтропической области высокого давления, где, как известно на примере других стран, климат вообще крайне беден осадками.

Пассатные климаты восточной периферии тихоокеанского антициклона

Область этих климатов охватывает длинную полосу на западном побережье Южной Америки, от 30° и почти до 5° ю. ш. Около 30° ю. ш. область пассатов граничит с субтропической областью, где наблюдаются регулярные зимние осадки полярного фронта. Под 6—5° ю. ш. появляются летние конвективные дожди, возникающие в экваториальном воздухе.

Между 30 и 5° ю. ш. осадков выпадает очень мало. Наиболее засушливые области лежат между 20 и 30°, где осадков выпадает меньше 10 мм в год (Икик — 5 мм, Антофагаста — 6 мм); бывают годы и совершенно бездождные. Здесь лежит «приморская» пустыня Атакама. Небо над Атакамой обыкновенно ясно, низкие слоистые или слоистокучевые облака располагаются с утра над морем и на прибрежных горах и после полудня рассеиваются. В течение всего года днем дует пассат с юга или юго-запада; ночью он стихает и сменяется береговым бризом. Бури и вообще сильные ветры крайне редки, хотя у берега часто наблюдается сильный прибой. Годовые амплитуды температуры на побережье Атакамы не превышают 5—6°, так как протекающее вдоль берега холодное Перуанское течение умеряет температуру летних месяцев, среднее значение которой в наиболее теплом месяце — феврале — не поднимается выше 20—22°. Средняя суточная амплитуда температуры летом достигает 10°, зимой падает до 6°. Вдали от берега, у подножья гор, суточные и годовые амплитуды заметно

больше, но все же слишком малы по сравнению с колебаниями температуры в континентальных пустынях. Влажность воздуха высока, особенно вблизи холодной поверхности моря.

К северу от 20° количество осадков несколько возрастает в связи с изменяющейся экспозицией берега и постепенным прогреванием и увлажнением пассата, но нигде на берегу не достигает 100 мм в год. Возрастают к северу также влажность воздуха и количество туманов, которым единственно обязана своим существованием жалкая прибрежная растительность. Лето остается столь же прохладным, и даже под 10° ю. ш. средняя температура февраля едва достигает 23°.

Климат тихоокеанского побережья в пассатной зоне имеет сходство с климатом западного побережья Сахары и Бенгуэльского берега. Наличие полосы бездождья на побережье, где лежит Атакама, помимо известных уже соображений, относящихся к климатам восточной периферии субтропических антициклонов, может быть объяснено дополнительным влиянием рельефа. Благодаря направлению в этом месте горной цепи и береговой линии на север-северо-восток пассат попадает в береговую полосу не только со стороны моря, но и отчасти спускаясь по западно-северо-западным склонам гор. Севернее 20°, наоборот, должно иметь место восходящее движение пассата по юго-западным склонам Анд. Однако эта выгодная экспозиция берега по отношению к пассату не дает существенного усиления осадков. В связи с низким положением пассатной инверсии, наличие которой мы можем предполагать и в тихоокеанских пассатах (по аналогии с атлантическими), устойчиво стратифицированная масса пассата не может восходить по склонам прибрежных гор.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

В распределении субтропических климатов Южной Америки имеются существенные особенности, отличающие этот континент от рассмотренных ранее. Во-первых, на востоке нет ясно выраженных муссонных климатов с дождливым летом и относительно холодной и сухой зимой. Во-вторых, сухие субтропические климаты занимают весьма небольшую территорию внутри континента и обусловлены скорее орографическими причинами, нежели глубокой трансформацией воздушных масс, как в областях континентальных субтропиков Азии.

В субтропической зоне выделяются четыре климатические области: Атлантическая, Континентальная, Высокогорная и Тихоокеанская.

Восточный берег Южной Америки в субтропической зоне имеет общее направление с северо-востока на юго-запад, находясь, таким образом, в условиях весьма невыгодной экспо-

зиции по отношению к северным и северо-восточным потокам морского тропического воздуха, оттекающим по западной периферии субтропической области высокого давления над Атлантикой. С другой стороны, здесь не наблюдается и континентального юго-западного потока в зимнюю половину года, подобного зимнему муссону восточной Азии, так как размеры континента в умеренных широтах недостаточны для формирования устойчивых зимних антициклонов.

Таким образом, в восточных районах Аргентины и Уругвая нет условий для особого возрастания осадков летом и уменьшения их зимой, и они равномерно распределяются по временам года:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Монтевидео (34°53′ ю. ш., 56°11′ з. д.). Осадки (мм)											
80	60	90	90	100	90	80	70	80	90	80	80

Во многих местах, расположенных далее в глубь континента, намечается некоторый максимум осадков ранней осенью:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Тандиль (37°20′ ю. ш., 59°15′ з. д. 175 м). Осадки (мм)											
70	60	110	60	70	60	60	50	50	70	70	70

В связи с отсутствием зимнего континентального муссона зима в субтропической восточной Аргентине и Уругвае значительно теплее, чем, например, в восточном Китае. Средняя температура наиболее холодного месяца под 35° широты в Аргентине составляет +10°, на той же широте в восточном Китае 0°; годовые минимумы температуры соответственно равны —1 и —12°.

В континентальной части осадков выпадает почти везде достаточно; только в непосредственной близости Анд количество их быстро уменьшается, падая на восточных склонах ниже 200 мм. У восточных склонов Анд зима сухая, и осадки выпадают, главным образом, летом:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Рио Кварто (33° 08′ ю. ш., 64° 21′ з. д., 500 м)											
110	90	110	50	30	20	10	20	30	70	110	120
Мендоза (32° 50′ ю. ш., 68° 52′ з. д., 800 м)											
20	30	20	10	7	6	4	8	10	20	20	20

Резкое уменьшение осадков зимой на восточных склонах Анд объясняется их подветренным положением по отношению к западным и юго-западным ветрам, преобладающим в это время года. В проходящих зимой с запада на восток полярно-фронтовых циклонах осадки выпадают только на западных, обращенных к океану склонах Анд. Весьма показательно в этом отношении, сопоставление осадков, например, в Мендозе и Вальпарайсо, расстояние между которыми по прямой линии составляет около 250 км:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Мендоза (32° 50′ ю. ш., 68° 52′ з. д. 800 м)											
20	30	20	10	7	6	4	8	10	20	20	20
Вальпарайсо (33° 03′ ю. ш., 71° 39′ з. д.)											
0	0	10	8	120	160	170	100	20	8	6	3

Далее на восток в проходящих циклонах снова начинают выпадать осадки, и зима становится менее засушливой.

Вхождения полярного воздуха из южной Аргентины (Пампы) и Патагонии в субтропическую зону часто сопровождаются сильными холодными ветрами южных румбов и выпадением осадков, иногда и в виде снега. Эти холодные бури (памперосы) проникают до самых северных районов Аргентины. В Буэнос-Айресе в среднем в году наблюдаются до 12 случаев таких вхождений. Падение температуры при прохождении памперосa в среднем составляет около 7°, в исключительных же случаях — до 20°. Колебания температуры и влажности,

которые наблюдаются при смене тропического и полярного воздуха, придают субтропическим климатам Южной Америки весьма резкий характер; однако средние температуры зимних месяцев внутри континента лишь немногим ниже, чем на побережье. Несмотря на теплую в среднем зиму, выпадение снега не представляет редкого явления в субтропической зоне Южной Америки, и северная граница возможных слабых снегопадов, как указывалось выше, заходит даже в южную Бразилию, достигая тропика.

Субтропические климаты западного побережья Южной Америки складываются под действием циркуляции восточной периферии тихоокеанского антициклона и циклонической деятельности на южном полярном фронте, являясь, таким образом, аналогами климатов атлантического побережья северо-западной и юго-западной Африки. Хребет Анд играет лишь дополнительную роль в формировании этих климатов. По своему положению он совпадает с границей ветровых систем тихоокеанского и атлантического антициклонов и не вносит существенных нарушений в условия общей циркуляции. Анды только ограничивают область распространения приморских климатов на восток и устанавливают резкую их границу с субтропическими климатами внутренних континентальных районов.

Циклоническая деятельность на полярном фронте зимой характеризуется чередованием тропических и полярных вхождений и выпадением фронтальных осадков. Зимние циклонические осадки появляются еще несколько севернее 30° и быстро возрастают в южном направлении:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Пунта Карранца (35° 30′ ю. ш., 72° 36′ з. д.)											
6	6	26	43	116	194	121	72	83	23	25	5
Вальдивия (39° 48′ ю. ш., 73° 14′ з. д.)											
61	76	141	239	387	435	409	336	220	132	127	105

Южнее 40° летний сухой период, характерный для субтропической зоны, постепенно сглаживается и годовой ход осадков становится значительно более ровным. Это может служить косвенным признаком перехода в умеренную зону, где циклоническая деятельность достаточно развита в течение всего года. Таков ход осадков в среднем Чили, в Пуэрто Монт.

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Пуэрто Монт (41,5° ю. ш., 72,9° з. д.). Осадки (мм)											
130	110	180	190	290	240	300	240	170	150	150	160

Температуры морского тропического воздуха у западных берегов Америки, как уже говорилось выше, сильно понижены под влиянием омывающего эти берега мощного холодного течения. Благодаря этому лето на побережье в субтропической зоне, так же как и в тропической, весьма прохладное и составляет в этом отношении резкий контраст с восточным побережьем.

УМЕРЕННАЯ ЗОНА

В умеренной зоне Южной Америки, где в течение всего года преобладают воздушные массы умеренного пояса, континент Южной Америки имеет очень небольшие размеры. Годовые амплитуды температуры на побережье и во внутренних районах здесь малы; это свидетельствует о том, что основной воздушной массой служит воздух морского типа. Морской воздух поступает на континент главным образом в западном потоке по южной периферии антициклонов или по северной периферии циклонов, идущих с Тихого океана. Благодаря отсутствию теплых морских течений в восточной части Тихого океана в южном полушарии, температура морского воздуха здесь значительно ниже, чем в тех же широтах северного полушария и особенно у берегов Европы. В связи с этим в умеренных широтах Южной Америки чувствуется резкий недостаток тепла. Особенно страдает в этом отношении все западное побережье и южная Патагония.

Поскольку тихоокеанский воздух, переваливая через горный хребет, претерпевает некоторую трансформацию и является в Патагонии уже воздушной массой несколько иного типа, в умеренной зоне Южной Америки следует выделить две климатических области: Атлантическую подветренную, занимающую плато Патагонии, и Тихоокеанскую наветренную — на тихоокеанском побережье.

Хотя климаты умеренной зоны Южной Америки следует отнести к одному типу, а именно к климатам морского воздуха умеренной зоны, все же в них необходимо различать две совершенно особые группы, обусловленные влиянием орографии: 1) холодные, сырые, с большим количеством осадков климаты западного побережья; 2) холодные, крайне бедные осадками климаты Патагонии и восточных берегов. Поскольк-

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра, С°: наиб. тепл. месяца	Ср. т-ра, С°: наиб. хол. месяца	Ср. из. годовых, С°: макс.	Ср. из. годовых, С°: мин.	Отн. влажность, %: наиб. влажн. месяца	Отн. влажность, %: наиб. сухого месяца	Облачность, %: наиб.	Облачность, %: наим.	Кол. осадков, см: год	Кол. осадков, см: наиб.	Кол. осадков, см: наим.	Число дней с осадками: наиб.	Число дней с осадками: наим.
Экваториальная		Манаос 3°07′ ю., 60°02′ з.	XI 27	III 26	35	16	I 80	VIII 65	—	—	182	III 29	IX 4	I 22	VIII 4
		Икитос 3°42′ ю., 73°08′ з.	XI 27	VI 25	32	19	—	—	—	—	262	III 31	VIII 12	—	—
		Квито 0°12′ ю., 78° 30′ з. 2850	IX 13	XI 12	24	3	IV 80	VII 70	—	—	1120	IV 18	VII 2	IV 23	VII 5
		Антизана 0°30′ ю., 78° 20′ з. 4100	I 6	VIII 3	11	—6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Экваториальных муссонов сев. и южн. пол.		Каракас 10°31′ с., 66° 58′ з. 980	V 23	VII 19	28	15	III 35	III 80	VII 50	I 40	81	VII 12	II 1	—	—
		Куяба 15°35′ ю., 56° 07′ з.	X 27	VII 25	37	11	I 85	VIII 60	XII 70	VII 30	134	I 260	VII 0	I 18	VII 1
		Кобижа 11°0′ ю., 68° 48′ з.	XI 25	VI 20	36	9	II 90	VIII 80	II 80	VII 40	173	II 35	VII 1	II 20	VII 1
Тропическая южн. пол.	Тихоокеанская	Пиура 5°9′ ю., 80°40′ з.	II 28	VIII 22	37	15	VII 80	XII 60	II 80	V 20	3	—	—	—	—
		Лима 12°04′ ю., 77°0′ з.	II 23	VIII 16	31	11	—	—	—	—	5	—	—	—	—
		Икик 20°13′ ю., 70° 10′ з.	I 21	VII 16	30	11	IV 80	XII 75	—	—	Менее 1 см				
		Ольягуэ 21°2′ ю., 68° 15′ з. 3700	X 11	V 2	—	—	—	—	—	—	7	—	—	—	—
	Континентальная	Катавамба 17°18′ ю. 65° 48′ з. 2500	XI 20	VI 14	30	—3	II 60	V 40	—	—	46	I 10	VII 0	I 16	VII 0
		Итакуруби 24°24′ ю., 57°0′ з.	I 27	VI 17	33	—2	—	—	—	—	145	I 22	VIII 3	—	—
	Атлантическая	Жуанвиль 26° 18′ ю., 49° 42′ з.	II 25	VII 17	—	—	—	—	—	—	224	I 36	VII 1	—	—
		Блюменау 26° 56′ ю., 49° 7′ з.	I 25	VI 16	37	3	VII 90	XII 80	—	—	170	II 19	VII 1	I 12	V 8
Субтропическая	Тихоокеанская	Вальпарайсо 33°03′ ю., 71° 39′ з.	II 18	VII 12	30	6	—	—	VI 60	XI 30	55	VII 17	I 0	VIII 7	I 0
		Консепсион 36° 49′ ю., 73° 03′ з.	I 17	VII 10	32	1	—	—	—	—	131	VI 27	I 1	—	—
		Чо-Малал 37° 23′ ю., 70° 20′ з. 870	I 23	VI 7	36	—8	VI 60	XII 30	VII 50	II 20	24	VII 5	I 0	VII 1	I 0
		Лимай 39° 12′ ю., 68° 30′ з.	I 24	VII 5	—	—	VI 70	XII 40	VI 60	II 40	15	VIII 3	II 0	—	—
	Континентальная	Рио Кварто 33° 08′ ю., 64°21′ з. 500 м.	I 23	VII 9	—	—	VI 75	I 60	—	—	75	XII 12	VII 1	XI 10	VII 2
		Розарио 32° 55′ ю., 60° 42′ з.	I 25	VI 10	—	—	VII 80	XII 70	VI 50	III 40	92	XII 13	VII 4	XII 10	VIII 5
	Атлантическая	Буэнос-Айрес 34°37′ ю., 58°27′ з.	I 23	VII 10	34	0	VI 85	XII 70	VI 60	III 40	93	III 120	VII 50		
		Порто-Алегре 30°02′ ю., 51°13′ з.	II 25	VI 14	36	4	—	—	—	—	80	VIII 11	XI 4	—	—
		Монтевидео 34°53′ ю., 56°11′ з.	I 22	VII 10	35	1	VII 80	XII 65	VI 60	I 40	98	IV 10	I 7	XII 6	VI 5
Умеренная	Тихоокеанская	Анкуд 41°58′ ю., 73°45′ з.	I 14	VII 8	24	—1	VI 85	XII 80	—	—	215	V 28	I 8	VII 24	XII 11
		Еванжелистас 52°24′ ю. 75°6′ з.	II 9	VII 4	14	—2	XI 90	V 85	XII 80	VI 60	288	I 320	VIII 190	XII 28	VI 24
	Атлантическая	Санта-Крус 50° 01′ ю., 68°31′ з.	I 16	VII 1	—	—	VIII 85	XI 55	XII 60	IX 40	15	—	—	—	—

ку обе эти группы относятся к климатам морского воздуха, то определение «холодное» надо понимать в смысле общего недостатка тепла, по отношению к условиям, соответствующим данной географической широте, но не в смысле низких отрицательных температур.

Климаты западного побережья слагаются в результате интенсивной циклонической деятельности и вынужденного подъема влажных масс морского полярного воздуха по западным склонам гор. Южные Анды почти до самых южных границ континента представляют горную преграду, в отдельных местах достигающую 2—2½ км в высоту. Большая облачность, сильные ветры, частые и обильные осадки при невысокой температуре делают климат крайне неприятным. Однако в северных районах, благодаря обильным осадкам и несколько более высокой температуре, развивается богатая растительность, хотя отсутствуют фрукты и растения, требующие интенсивного летнего тепла.

К востоку от Анд осадков выпадает очень мало. Быстрое уменьшение количества осадков во внутренней Патагонии и на восточном побережье становится особенно заметным южнее 40°. Наиболее засушливые области лежат в северной части провинции Санта-Крус (46—48°). Еще южнее осадки снова возрастают, причем, судя по описаниям, это в основном осадки неустойчивости за холодным фронтом.

Снегопады зимой наблюдаются довольно часто во всей умеренной зоне, но устойчивый снежный покров образуется только в горах.

ГЛАВА VII

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АМЕРИКИ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Северную и Центральную Америку в климатическом отношении следует рассматривать как единое целое. На пространстве от северного побережья Канады до южных районов Мексики последовательно сменяются основные циркуляционные области, соответствующие климатическим широтным поясам северного полушария. Только южная часть перешейка, примерно от 10—12° с. ш. находится в летнее время отчасти под влиянием воздушных масс, притекающих из южного полушария.

Материк Северной Америки (присоединяя к нему, как было сказано, и перешеек Центральной Америки) располагается во всех широтных климатических полосах северного полушария за исключением экваториальной зоны. По размерам, форме и устройству поверхности Северная Америка сильно отличается от Евразии, и, хотя на этих материках встречаются одни и те же основные типы климата, каждый из этих типов в Америке имеет специфические особенности, свойственные именно североамериканскому континенту. Весьма несходны по размерам с евразийскими и ареалы их распространения.

Наибольшее влияние на климат Северной Америки оказывают: 1) форма континента, в силу которой наибольшие размеры континент имеет в умеренном поясе и весьма малые в тропических широтах; 2) наличие высоких горных хребтов, расположенных вдоль западного берега, в связи с чем затрудняется перенос тихоокеанского воздуха на континент и в то же время легко совершаются прорывы теплых и холодных масс в меридиональном направлении; 3) достаточно интенсивное в течение всего года развитие циклонической деятельности над континентом, умеряющей континентальность климата, но в то же время способствующей продвижению холодного воздуха к югу и теплого к северу, т. е. усиливающей изменчивость погоды и резкость температурных колебаний.

В отличие от Азии термическое влияние поверхности континента в Америке проявляется с меньшей силой. Возникающая над Америкой зимой область высокого давления (Канадский антициклон) далеко не так устойчива, как Центральноазиатский антициклон и нередко разрушается проходящими через континент с запада на восток циклонами. Однако зимы в Канаде не менее суровы, чем в Забайкалье, что объясняется не только местным выхолаживанием, но и притоком с севера арктического воздуха. Несмотря на низкую температуру, зимы в Канаде, благодаря циклонической деятельности, довольно многоснежны. В субарктической зоне Америки, по тем же причинам, не образуется зимой замкнутой области с низкими температурами, подобной «полюсу холода» в Азии, и температуры зимних месяцев в среднем градусов на 15—20 выше, чем на той же широте в Якутии.

Также и летом, над Северной Америкой не образуется устойчивых и обширных барических депрессий подобно Иранской и Центрально-азиатской, в которых бы совершалась трансформация притекающего с севера воздуха в воздух тропический. Тропический воздух в Северную Америку за исключением юго-западных районов притекает в основном с юга, с Мексиканского залива, и несет на континент значительное количество влаги, что способствует развитию циклонической деятельности на полярном фронте, который проходит летом через весь континент и не размывается во внутренних районах, как в Азии. В связи с этим континентальные субтропики (к востоку от Скалистых гор) совсем не отличаются такой сухостью, как соответствующие районы в Азии. Резкая же засушливость климата западных штатов объясняется влиянием меридионально располагающихся хребтов на западе и востоке этой территории, размывающих фронты в проходящих циклонах.

Особенностью Северной Америки является также то, что благодаря форме континента на северо-западную часть его почти не распространяется влияние Алеутской депрессии, в отличие от того исключительно сильного действия, какое оказывает ложбина Исландской депрессии на климат северо-западной Европы, вследствие чего зимы на Аляске почти столь же суровы, как и в северной половине Канады.

Циркуляция атмосферы над Северной Америкой в основном слагается под действием барических центров, аналогичных действующим в восточном полушарии, но форма континента и орография существенно изменяют интенсивность и распространение сферы их действия.

Летом (см. рис. 49 и 50) все тихоокеанское побережье Северной Америки находится под действием восточной периферии Гавайского антициклона. Но этот антициклон не дает отрога на континент Северной Америки, подобно отрогу Азорского антициклона на Европу и тихоокеанский воздух

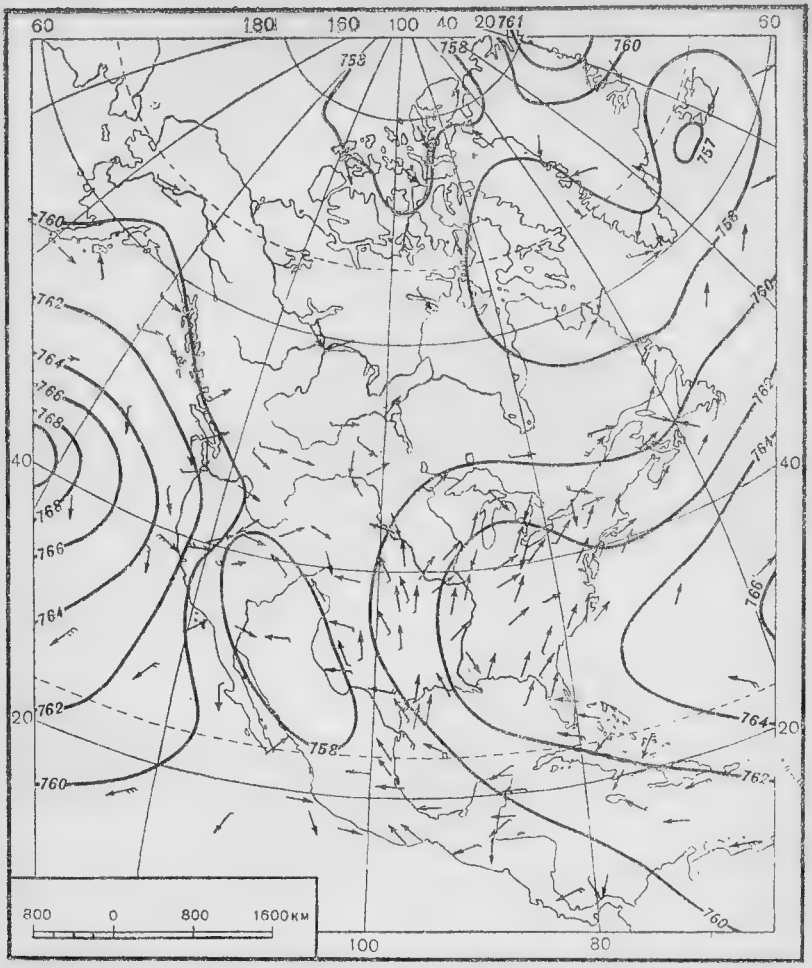


Рис. 49. Атмосферное давление и преобладающие ветры в июле над Северной Америкой.

не проникает в глубь материка. На плоскогорьях между Каскадными горами и Скалистым хребтом преобладает уже континентальный воздух. Главную причину этого надо видеть в сильном прогревании воздуха над нагорьями, в результате чего над Большим бассейном и плато Колорадо возникает депрессия, по западной периферии которой тихоокеанский воздух относится на юго-восток, где и трансформируется в континентальный тропический.

В центральной части континента, так же как и над внутренней Евразией, возникают летом размытые области пони-

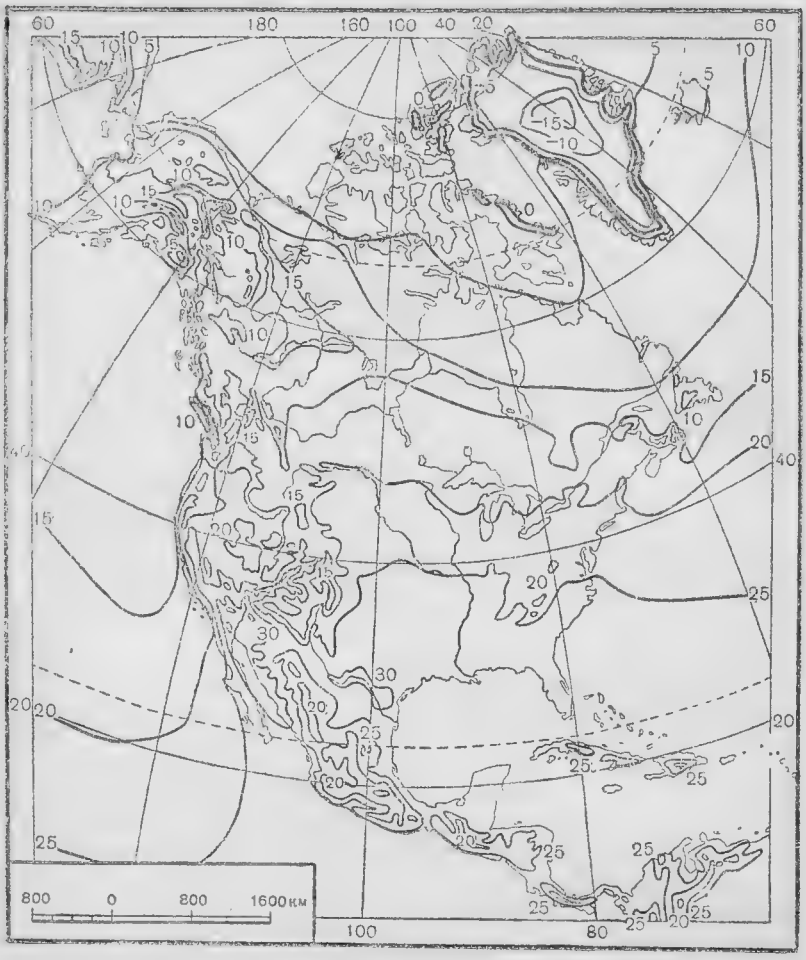


Рис. 50. Изотермы июля в Северной Америке (не приведены к уровню моря.)

женного давления. Однако развитие подобных депрессий не приводит к размыванию фронтов и затуханию циклонической деятельности, как, например, на Туранской низменности.

В субтропической зоне над юго-западными штатами и северной Мексикой развивается барическая депрессия подобно летней депрессии над Ираном, но значительно меньших размеров и не столь глубокая. Эта депрессия является очагом формирования континентального тропического воздуха, имеющим значение только для нагорий юго-западных штатов и северной Мексики, так как к востоку от Скалистых гор континентальный тропический воздух формируется главным

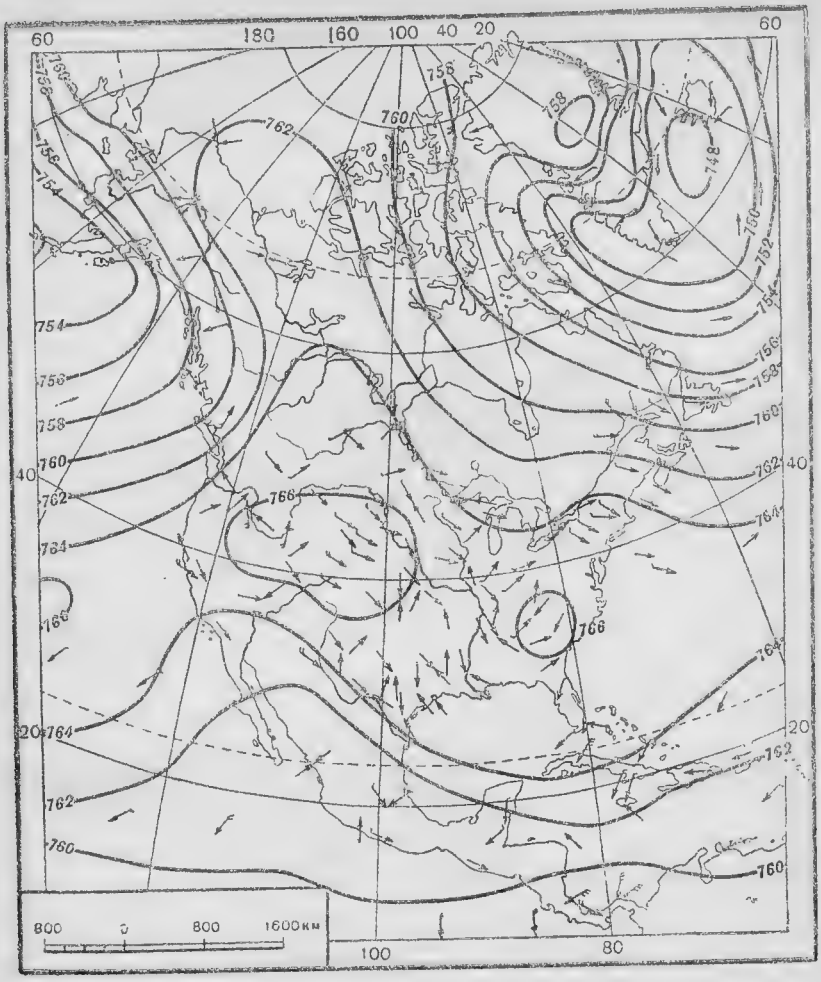


Рис. 51. Атмосферное давление и преобладающие ветры в январе над Северной Америкой.

образом из атлантического. Таким образом, важнейший летний процесс над континентом — перенос воздуха умеренного пояса в субтропическую зону и трансформация его в тропический воздух, процесс, охватывающий в Азии огромное пространство от Каспийского моря до восточного Китая, в Северной Америке ограничен сравнительно небольшой территорией.

На восточных склонах Скалистых гор и на примыкающей к ним Великой равнине, в субтропической зоне, становится заметным влияние воздушных масс атлантического происхождения, притекающих на континент по западной периферии атлантической области высокого давления. Это, главным

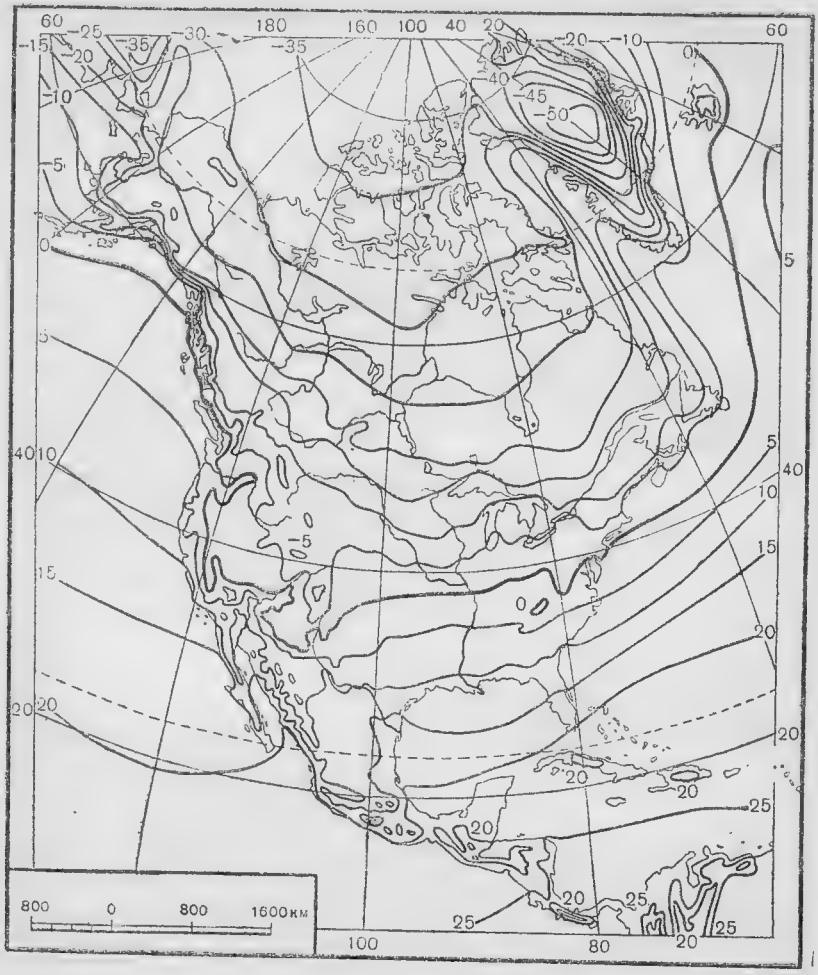


Рис. 52. Изотермы января в Северной Америке (не приведены к уровню моря.)

образом, воздух атлантического пассата, возвращающийся к северу и проходящий над сильно нагретыми водами Мексиканского залива. Поступая на континент, этот воздух трансформируется в континентальный тропический. Однако континентальный тропический воздух североамериканских прерий содержит настолько много влаги, что именно летом здесь выпадает наибольшее количество осадков, тогда как в континентальных субтропиках Азии лето крайне засушливо.

Достаточно большое влагосодержание континентального тропического воздуха способствует развитию циклонической деятельности на полярном фронте, который в летнее время

проходит почти через весь континент примерно вдоль 45° с. ш. Над внутренними же районами в Евразии полярный фронт в большинстве случаев бывает размыт.

Формирование континентального воздуха умеренной зоны протекает также в иных условиях, нежели над Азией. Гудзонов залив глубоко вдается в континент, и территория Канады к востоку от Скалистых гор испещрена многочисленными мелкими и крупными озерами. По этой причине летний канадский воздух имеет более низкую температуру, нежели сибирский, составляя значительный контраст с тропическим воздухом центральных и южных штатов, что служит главной причиной циклонической деятельности, развивающейся в летнее время над континентом.

Особенностью американского континента является также значительно более слабое развитие летнего муссона на восточных берегах. Достаточно четко выражен летний муссон на атлантическом побережье Америки только южнее 40° с. ш., тогда как в восточной Азии летний муссон распространяется севернее 50°. Причиной этого служит значительно большее развитие летом к северу тихоокеанской области высокого давления, чем атлантической, а также образование Охотского летнего антициклона, которому нет подобного у берегов Америки. Все это также связано с различиями в форме этих континентов — выступ на восток континента Северной Америки приходится в среднем на 50°, подобный же выступ в Азии лежит на широте полярного круга.

Зимой (см. рис. 51 и 52) прежде всего обращает на себя внимание значительно меньшая устойчивость континентального антициклона над Америкой по сравнению с азиатским, а также наличие в высоких широтах циклонической ложбины, располагающейся над Баффиновым заливом. Меньшая устойчивость антициклогенеза над Америкой объясняется в основном, конечно, меньшими размерами континента, но также и наличием депрессии над Баффиновым заливом. По западной периферии этой депрессии арктический воздух распространяется далеко к югу, и арктический фронт зимой на западе материка лежит у 60° с. ш., а на востоке даже у 50°. Циклоническая деятельность, развивающаяся на арктическом фронте, нарушает устойчивость антициклогенеза над континентом. Развитие континентального антициклона нередко также перебивается вхождением полярнофронтовых циклонов с Тихого океана, хотя эффект последних значительно ослабляется влиянием береговых хребтов и Скалистых гор.

Располагающиеся на западе горные цепи служат зимой большим препятствием для распространения тихоокеанского воздуха на континент. Переваливающие через ряд хребтов тихоокеанские циклоны в большинстве случаев оказываются окклюдированными. В отдельных случаях, однако, теплый

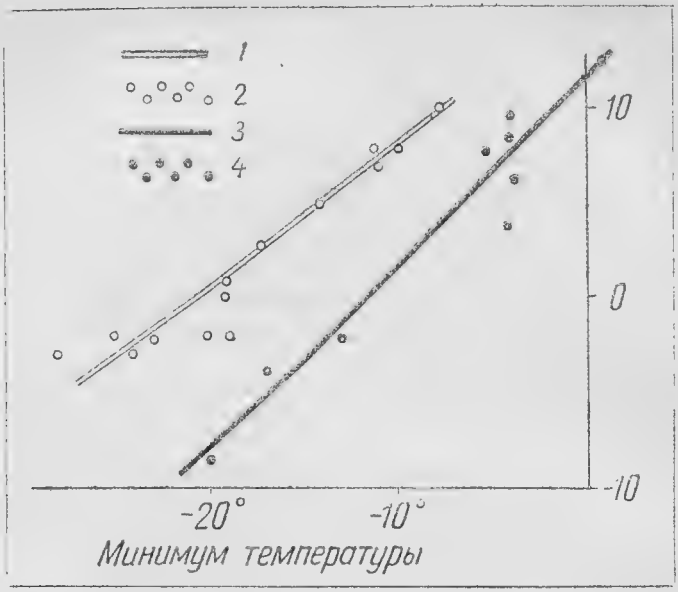


Рис. 53. Соотношение между средней температурой января и минимумами температур (средние из абсолютных годовых). Линии представляют собой результирующие из показаний отдельных станций. *1, 2* — в Северной Америке, *3, 4* — в Азии.

сектор в циклонах сохраняется и на восточных склонах Скалистых гор, тогда возникают сильные фены (чинук).

Вследствие меньшей устойчивости континентального антициклона менее выражен и зимний муссон на восточном побережье Америки. Средние температуры января в Нью-Йорке и в Шанхае близки между собой; но Нью-Йорк лежит почти на 10° севернее Шанхая.

В зимнее время особенно сказывается своеобразное расположение горных хребтов на западе континента, предоставляющее свободный доступ холодным массам в южные районы — абсолютные минимумы достигают: на юге Канады — 45°, в центральном Техасе — 18°. Столь резкие возможные понижения температуры создают несколько превратное представление о крайней континентальности климата Северной Америки. Из всего, что было сказано выше о влиянии подстилающей поверхности на распределение давления и формирование воздушных масс и об особенностях циркуляции атмосферы, скорее можно сделать обратный вывод, т. е. признать, что климат Северной Америки отличается меньшей степенью континентальности, чем климат Азии. Это не находится в противоречии с данными о резких колебаниях температуры, так как таковые вызываются не столько термическим влиянием подстилающей

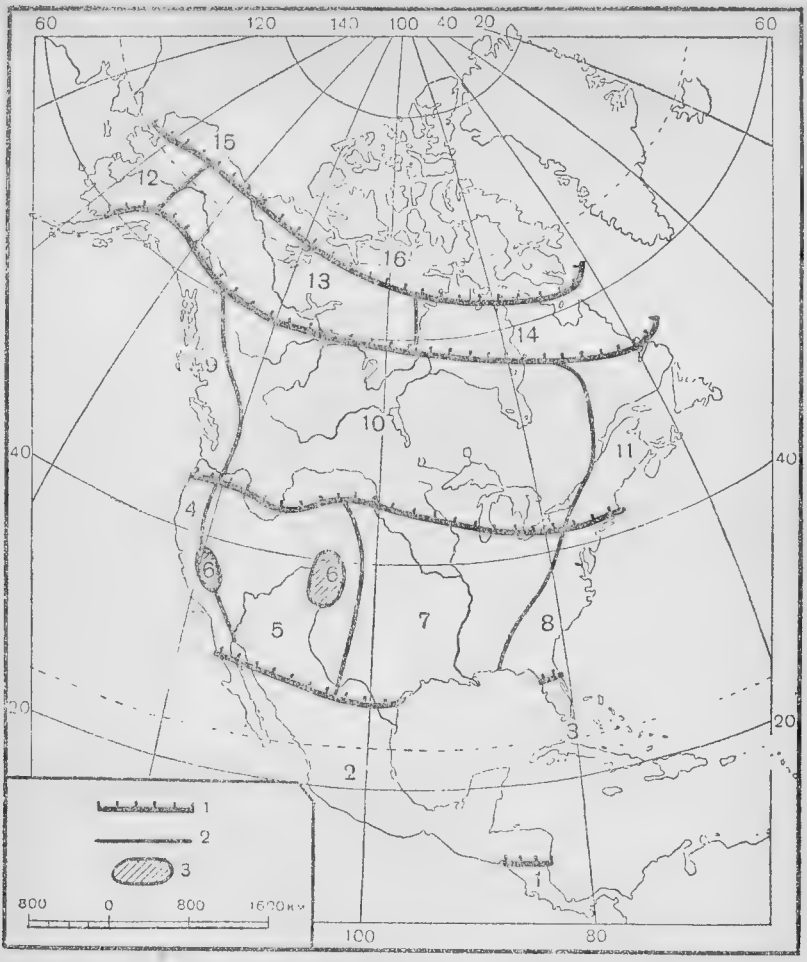


Рис. 54. Схематическая карта климатических зон Центральной и Северной Америки с входящими в них климатическими областями.

Зона экваториальных муссонов: 1—Тихоокеанская. Тропическая зона: 2 — Атлантико-тихоокеанская, 3 — Атлантическая. Субтропическая зона: 4 — Тихоокеанская, 5 — Континентальная, 6 — Высокогорные области 7 — Атлантико-Континентальная, 8 — Атлантическая муссонная. Умеренная зона: 9 — Тихоокеанская, 10 — Континентальная, 11 — Атлантическая муссонная. Субарктическая зона: 12 — Тихоокеанская, 13 — Континентальная, 14—Атлантическая. Арктическая зона: 15 —Тихоокеанская, 16 — Канадская. Границы: 1 — зон, 2 — областей, 3 — высокогорных областей.

поверхности континента, т. е. «континентальностью», сколько адвективными процессами — переносом воздушных масс.

Насколько сильнее может быть эффект, вызванный адвекцией, по сравнению с эффектом радиационным, показывает рис. 53, на котором приводятся данные по ряду станций Северной Америки и внутренней Азии, показывающие, что в Северной

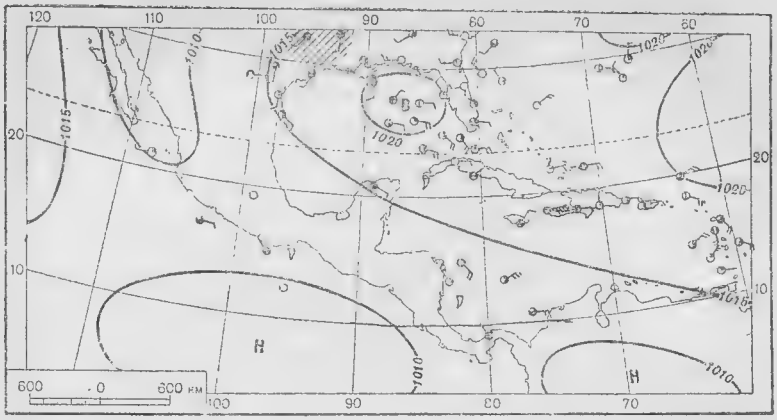


Рис. 55. Депрессии тропического фронта у берегов Центральной Америки (2/VII 1913 г.).

Америке ежегодно возможные падения температуры больше, чем в Азии при одинаковых средних температурах января.

Перешеек Центральной Америки находится в своеобразных условиях. Северная его часть примерно до 15° с. ш. лежит в полосе встречи атлантического и тихоокеанского пассатов. Летом пассатный фронт располагается в среднем над самим перешейком, зимой к востоку от него — у западной части Антильского архипелага. На этом фронте взаимодействуют относительно холодный тихоокеанский пассат, оттекающий по восточной периферии тихоокеанского (Гавайского) антициклона и формирующийся над холодным Калифорнийским течением, и очень теплый и влажный пассат западной периферии атлантической области высокого давления. Летом, когда пассатный фронт обостряется, главным образом над перешейком, в Центральной Америке наступает дождливый сезон. Зимой же и весной осадков выпадает очень мало.

К югу от 15° в летние месяцы наблюдаются вхождения экваториального муссона из ближайших к берегам Америки приэкваториальных районов Тихого океана.

Приводим на рис. 54 схематическую карту климатических зон и областей Центральной и Северной Америки.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ

Южная часть перешейка Центральной Америки лежит в области экваториальных муссонов Тихого океана. Насколько можно судить по положению слабых барических депрессий, возникающих в летнее время над Тихим океаном у берегов Америки (рис. 55), экваториальный муссон распространяется в Центральной Америке примерно до 10—12° с. ш. В зимние месяцы здесь дует атлантический пассат, который, перетекая че-

рез хребет, дает большое количество осадков на восточных наветренных склонах, на тихоокеанском же побережье осадков зимой выпадает мало. Таким образом, на Карибском побережье Никарагуа и Коста-Рики осадки выпадают в большом количестве в течение всего года; на побережье же Тихого океана — почти исключительно в летние месяцы, как это видно из следующих примеров:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Восточный берег—Грейтоун (10°56′ с. ш., 83°46′ з. д.)											
590	290	170	290	520	590	870	690	440	510	930	700
Западный берег—Манагуа (12°20′ с. ш., 86°20′ з. д.)											
4	5	5	7	130	230	170	170	230	230	50	10

Влияние теплых влажных ветров, дующих с Карибского моря и несущих осадки, настолько велико, что в районе Панамского канала на Карибском берегу годовой ход температуры почти исчезает.

Таковы, например, средние температуры в Колоне:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Колон (9°22′ с. ш., 79°55′ з. д.). Температура (С°)											
26,4	26,2	26,5	26,6	26,6	26,6	26,7	26,3	26,4	26,1	26,1	26,4

На тихоокеанском побережье в годовом ходе можно обнаружить некоторое замедление роста температуры в летние месяцы, вызванное притоком воздуха из южного полушария:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Наос (3°57′ с. ш., 79°,31′ з. д.)											
25,4	25,1	25,4	26,5	27,0	27,0	26,9	26,5	26,5	26,0	25,8	25,7

Сравнение муссонного режима в Центральной Америке с муссонами южной Азии весьма показательно. Взаимное расположение суши и моря у южных берегов Азии в основном широтное, причем суша располагается к северу, море — к югу, и создающаяся в летнее время разность температур способ-

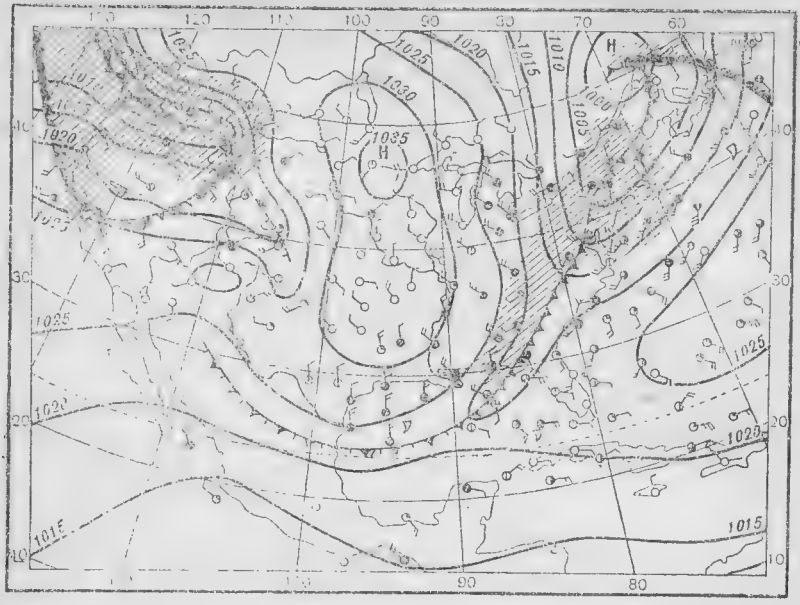


Рис. 56. Холодное вхождение по восточной периферии континентального антициклона (12/I 1913 г.).

ствует продвижению экваториального воздуха далеко на север, почти к границам субтропической зоны. Граница суши и моря у северных берегов Южной Америки вытянута тоже в основном по широте, но суша лежит к югу, а море к северу, и горизонтальный градиент температуры направлен, таким образом, в обратную по сравнению с Азией и Индийским океаном сторону. По этой причине экваториальный муссон ограничивается 10—11° с. ш., т. е. широтой северного побережья южноамериканского континента.

ЗОНА ТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДУХА

Зона тропического воздуха охватывает почти всю территорию Мексики, за исключением крайних северо-западных районов, территорию Гватемалы, Гондураса и Сальвадора, а также полуостров Флориду и группу Антильских и Багамских островов. Преобладающими являются тропические воздушные массы тихоокеанского и атлантического пассатов. Северная граница зоны определяется зимним пределом распространения воздуха умеренного пояса к югу и лежит в среднем у 30° с. ш. В южном Техасе эта граница смещается на несколько градусов южнее, в связи с часто наблюдающимися здесь вхождениями холодного воздуха по восточной окраине континентального антициклона (см. рис. 56).

Таким образом, в тропической зоне Северной Америки намечаются две климатические области. Первая, в которую входит почти весь полуостров Калифорния и страны Центральной Америки; эту область можно назвать Атлантико-Тихоокеанской, т. к. здесь почти в одинаковой мере сказывается влияние тихоокеанской и атлантической областей высокого давления. Вторая включает полуостров Флориду и Антильские острова и по характеру преобладающего влияния может быть названа Атлантической.

В летние месяцы встреча тихоокеанского и атлантического пассатов, как указывалось выше, происходит обычно над самой Центральной Америкой, и пассатный фронт располагается вдоль западных или восточных берегов перешейка. В связи с этим дождливый сезон приходится на лето. Осадков выпадает достаточно много как на побережье Тихого океана, так и Мексиканского залива:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Мазатлан (23°12′ с. ш., 106°25′ з. д.)											
30	6	5	0	4	41	164	238	207	62	16	23
Тампико (22°44′ с. ш., 97°51′ з. д.)											
31	28	26	22	33	157	146	96	290	120	46	45

Зимой и особенно весной, как видно из тех же примеров, осадков выпадает очень мало, в связи с удалением пассатного фронта на восток к Антильским островам.

Во внутренних районах, расположенных на высоких плоскогорьях, закрытых с запада и востока горными хребтами, осадков выпадает значительно меньше, чем на побережье.

Температурные условия на плоскогорьях внутренней Мексики, весьма мягкие на юге, быстро ухудшаются к северу:

	Широта	Высота (м)	Год. амплитуда	Годовые максим.	Годовые миним.
Оахака	17°0′	1570	6,0°	+33°	4°
Леон	21°08′	1880	10,5°	35°	—4°
Сальтильо	25°25′	1640	11,5°	34°	—9°

В пределах тропической зоны основную причину этих изменений надо все же видеть не в адвективных факторах, а

в нагревании и охлаждении подстилающей поверхности, годовая амплитуда температуры которой быстро возрастает с широтой.

Тропическую Центральную Америку в указанных пределах следует рассматривать как континентальную тропическую климатическую область, в известной степени генетически близкую к материковым тропическим пустыням, но отличающуюся от них сильно выраженным влиянием пассатного фронта. Пассатные фронты возникают и в других областях земного шара, но нигде климатологическая роль их так сильно не проявляется, как в Центральной Америке.

Полуостров Калифорния, Калифорнийский залив и северо-западное побережье Мексики лежат в области тропического климата восточной периферии тихоокеанского антициклона. Климат тихоокеанского побережья Калифорнии очень близок и по внешним качествам, и по образующим его факторам к климату атлантического побережья Сахары. Осадков почти нет совсем, годовой ход температуры не более 5°, средние температуры летних месяцев не превышают 25°, относительная влажность воздуха очень высока — в среднем около 80%.

Главной причиной всех этих особенностей климата являются резко выраженная инверсия температуры и наличие холодного океанического течения, омывающего эти берега. Инверсия температуры здесь, в основном, связана, надо думать, с теми же процессами, что и у западных берегов Африки, хотя специальных аэрологических исследований этой инверсии, подобных наблюдениям на судне «Метеор» в Атлантике, над Тихим океаном не производилось, то есть, надо думать, что по восточной периферии гавайского антициклона в нижний слой пассата втекают относительно холодные воздушные массы умеренной зоны. Дополнительно очень сильное влияние на охлаждение нижних слоев воздуха оказывают воды Калифорнийского течения.

Большая влажность воздуха есть следствие крайней затрудненности вертикального обмена воздуха в устойчиво стратифицированном воздухе. Устойчивость стратификации препятствует развитию циклонической деятельности и достаточно мощной конвекции для образования осадков. С наличием температурной инверсии и большой влажностью связано частое возникновение туманов, подобно тому, как это наблюдается на побережье Сахары, пустыни Намиб и Атакамы.

На южной оконечности полуострова Калифорнии выпадают небольшие летние и осенние дожди, связанные с пассатным фронтом, что является, как говорилось выше, особенностью климатического режима тропической зоны в области Центральной Америки и, таким образом, не может еще служить поводом для отнесения южной части Калифорнии к другой климатической зоне.

Северная граница тропической зоны в Калифорнии отмечается появлением зимних осадков полярного фронта. Данные Сан-Диего, наиболее южной из северных станций Калифорнии, указывают уже на принадлежность этого района к субтропической зоне. Это видно из годового хода осадков в Сан-Диего:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Сан-Диего (32°43′ с. ш., 117°10′ з. д.). Осадки (мм)											
53	51	43	20	10	0	0	0	2	13	20	48

Таким образом, граница между тропической и субтропической климатическими зонами на юго-западе Северной Америки, как и в большинстве других стран, лежит у 30° с. ш. К востоку от Калифорнии эта граница делается менее определенной, так как зимой полярный фронт часто размывается под действием зимнего континентального антициклона, и летние осадки начинают преобладать над зимними.

На востоке тропической зоны (Флорида, Антильские о-ва) основное климатологическое значение имеет приток атлантического тропического воздуха. Особенно резко проявляется это действие в летний период, когда атлантический антициклон смещается к северу и захватывает своей западной периферией юго-восточную часть Северной Америки и Мексиканский залив. Зимой, когда нередко наблюдается смыкание атлантического и тихоокеанского антициклонов, атлантический воздух поступает, главным образом, в более южные районы — на Антильские острова и в Караибское море. Над Флоридой же и северной частью Мексиканского залива нередко распространяется холодный континентальный воздух, хотя он и не является преобладающим.

Как было уже указано, особенностью зимнего режима в Северной Америке (за исключением тихоокеанского побережья), отличающей ее от Европы и Азии, является исключительная интенсивность холодных вхождений. Это распространяется и на большую часть тропической зоны, и несмотря на высокие средние температуры января, минимальные температуры очень низки: в центральной Флориде (ср. янв. +15°) были отмечены морозы до —5° и на крайнем юге полуострова (ср. янв. +20°) наблюдались случаи понижения температуры до 0°. Снег может выпадать в большей части Флориды, за исключением наиболее южных районов.

В связи с усилением выноса влажного атлантического воздуха в летние месяцы наблюдается и увеличение осадков. Приводим в качестве примера данные по температуре и осадкам для центральной Флориды:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Сан-Лео (28°20′ с. ш., 82°16′ з. д.). Температура (С°)											
15,6	16,2	19,4	21,3	24,8	26,7	27,2	27,3	26,2	23,1	18,8	15,3
Осадки (мм)											
84	92	64	56	96	220	225	239	162	76	58	68

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

Субтропическая климатическая область восточной периферии тихоокеанского антициклона

Эта климатическая область занимает узкую полосу западного побережья Северной Америки, примерно между 45° и 30° с. ш., включая, таким образом, территорию штата Калифорнии и северную часть полуострова Калифорнии. На юге область граничит с пассатной зоной Центральной Америки, на севере — с областью тихоокеанского воздуха умеренной зоны, занимающей узкую полосу побережья.

Отличительной чертой климата Калифорнии, так же как и вообще субтропических климатов восточной периферии антициклонов на других континентах, является преобладание ясной антициклональной погоды в летние месяцы и циклоническая деятельность на полярном фронте в зимнюю половину года. Годовой ход осадков в связи с этим представляет характерную для этого типа климата картину. Количество осадков, так же как и в других странах, быстро убывает с уменьшением широты, т. е. с приближением к области пассатов и удалением от главного пути зимних циклонов:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Сан-Франциско (37°45′ с. ш., 122°26′ з. д.)											
114	96	79	41	20	5	0	0	10	28	61	102
Лос-Анжелос (34°09′ с. ш., 118°15′ з. д.)											
79	78	71	25	10	2	0	0	5	18	30	66

Температурные условия субтропической части тихоокеанского побережья в общем сходны с условиями соответствующих областей в других странах, но есть и некоторые отличия. Отрицательная аномалия температуры летних месяцев, характерная для западных берегов континентов в субтропической зоне и обусловленная, главным образом, влиянием холодных морских течений, на калифорнийском побережье выражена гораздо сильнее, чем на северо-западном побережье Африки, но в то же время не столь резко, как в южном полушарии, что видно из распределения летних изотерм.

В зимнюю половину года обращают на себя внимание не столько средние температуры месяцев, сколько минимальные, которые на побережье, даже в северной половине штата Калифорнии, редко спускаются ниже нуля. Это объясняется защитным действием гор, препятствующих проникновению на побережье холодного континентального воздуха.

Влияние холодного морского течения на температуру нижних слоев воздуха у калифорнийского берега может быть показано на примере двух весьма близко лежащих друг от друга пунктов, имеющих значительную разность высот над уровнем моря. Одновременные наблюдения, проводившиеся в Сан-Франциско и в Тамалпайзе, показывают следующее:

	Январь	Июль	Год	Амплитуда
Тамалпайз (37°54′ с. ш., 122°36′ з. д., 720 м) . .	2,4°	21,9°	12,9°	13,9°
Сан-Франциско (37°45′ с. ш., 122°26′ з. д., 50 м) . . .	10,1°	13,7°	12,9°	3,6°

Расстояние между Сан-Франциско и Тамалпайзом, как видно из приводимых координат, очень невелико; столь резкое различие в годовом ходе температуры зависит от высоты над уровнем моря. Вычисляя средние вертикальные градиенты слоя, получим для января 0,4°, для июля —1,1° на 100 м. Таким образом, зимой воздух в среднем имеет нормальную стратификацию, близкую к влажноадиабатической; летом, наоборот, образуется мощная инверсия, и градиенты принимают отрицательные значения. Разность температур между Сан-Франциско и Тамалпайзом не дает еще полного представления о силе этой инверсии, так как верхняя ее граница лежит ниже Тамалпайза, и потому средний градиент слоя инверсии должен быть еще больше указанного.

Субтропические климаты Калифорнии, так же как и их аналоги в других странах, отличаются обильной инсоляцией. Облачность особенно мала в местностях, несколько удаленных от моря, так как у берегов часто образуются туманы, охватывающие побережье широкой полосой от 80 до 100 км. Приводим число ясных дней в году для двух прибрежных пунктов и одного лежащего вдали от моря:

Береговая полоса	Сан-Франциско	144
	Лос-Анжелос	178
Внутренний район	Сакраменто	244

Континентальная субтропическая область

Область формирования континентального тропического воздуха из воздуха умеренной зоны в Северной Америке значительно меньше, чем над материком Азии. К этой области относятся северная Мексика и территория южных штатов США. В отличие от Азии северная граница континентальных субтропиков в Северной Америке может быть определена по летнему положению полярного фронта и связанной с ним полосе циклонической деятельности. В среднем можно считать, что эта граница проходит по изотерме 20° июля, т. е. вдоль верхнего течения Миссури, через Великие озера к Бостону.

Континентальные субтропические климаты Америки делятся на две подгруппы: резко засушливые климаты северной Мексики, Аризоны, восточной Калифорнии и Невады и более влажные степные климаты внутренних штатов, расположенных к востоку от Скалистых гор.

Наиболее засушливые местности субтропической Америки лежат по нижнему течению р. Колорадо и на плоскогорьях южной Невады. Резкая засушливость этих областей в значительной мере вызвана орографическими причинами; в крайне неблагоприятных условиях находится территория штата Невада, закрытая горными цепями с востока и запада от притока влажного воздуха.

Территория штата Невада, восточная Калифорния, западная Аризона и северная Мексика представляют сплошной ряд в большей или меньшей степени выраженных пустынь с резко континентальным климатом. Летом над всей этой территорией в размытых барических областях формируется континентальный тропический воздух, близкий по своим свойствам тропическому воздуху северной Аравии и Ирана; абсолютные максимумы температуры здесь могут превышать 55°. Зимой часто наблюдаются вхождения континентального воздуха умеренной зоны, сопровождающиеся резким холодным ветром и падением температуры на несколько градусов ниже нуля. Помимо общих условий, связанных с положением на восточной периферии области высокого давления, подымающиеся на востоке и на западе горные цепи действуют размывающе на проходящие фронты, создавая, таким образом, и зимой, в период развития циклонической деятельности в субтропических широтах, неблагоприятные условия для выпадения осадков. Годовое количество осадков в этих областях в среднем лишь немногим превышает 200 мм, но в отдельных местностях падает и ниже 100 мм.

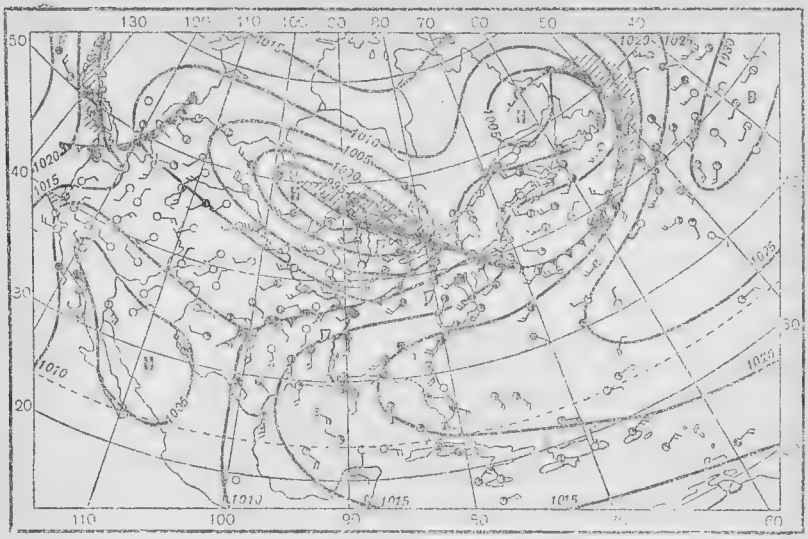


Рис. 57. Пример развития циклонической деятельности летом над центральными районами Северной Америки (14/VII 1913 г.)

В местностях, лежащих к востоку от Скалистых гор, климатические условия также резко континентальны. Так, например, в Оклахоме (35° 30′ с. ш., 97° 31′ з. д., 380 м):

Средняя температура, С°	
Января	1,0
Июля	27,0
Абсолютн. максимум	40
Абсолютн. минимум	—27

Однако осадков здесь выпадает значительно больше, в связи с большим влагосодержанием морского тропического воздуха с Мексиканского залива. Циклоническая деятельность над континентом развивается преимущественно летом (см. рис. 57), зимой же идет формирование устойчивых антициклонов. Наибольшее количество осадков, таким образом, выпадает в летнюю половину года. Приводим годовой ход осадков в Оклахоме:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Оклахома (35°30′ с. ш., 97°31′ з. д.). Осадки (мм)											
30	28	51	84	124	94	74	74	76	74	48	38

Годовое количество осадков в южных штатах Северной Америки к востоку от Скалистых гор колеблется в пределах 800—1 000 мм; на побережье Мексиканского залива осадков выпадает еще больше.

Область субтропического климата западной периферии атлантического антициклона (муссонная)

К этой климатической области относятся юго-восточные штаты Америки, кроме Флориды. Летом преобладающей воздушной массой является морской тропический воздух, возвращающийся с юга по западной периферии субтропических антициклонов и несущий с собой большие запасы влаги. Эта влага выпадает в проходящих циклонах в виде обильных летних дождей на побережье и в области Аппалачей.

Зимой по восточной периферии антициклонов, развивающихся над континентом в средних широтах, в юго-восточные штаты притекает континентальный воздух, холодный, как и воздух восточноазиатского муссонного антициклона. В связи с этим минимальные температуры в юго-восточной Америке столь же низки, как и в восточном Китае. Разность между минимальной и средней месячной температурой в зимние месяцы значительно больше, чем в Китае. Так, например:

	Широта	Год. мин.	Ср. темп. января	Разность
Восточная Америка (Форт Джесеп) . . .	31°30′	—9,2°	10,3°	19,5°
Восточный Китай (Шанхай)	31°10′	—8,6°	2,1°	10,7°

Зимние вхождения континентального воздуха в субтропическую зону Северной Америки нередко сопровождаются выпадением снега, что наблюдается во всех восточных и южных районах, за исключением южной части Флориды.

Климаты восточной субтропической Америки так же, как и климаты восточной Азии, носят муссонный характер. Однако, в связи с более слабым развитием зимних антициклонов над континентом и большей их подвижностью, зимний муссон выражен слабее, чем в восточной Азии. Это сказывается и на годовом ходе осадков, который на восточных берегах Америки значительно глаже, чем в Азии.

УМЕРЕННАЯ ЗОНА

Умеренную зону Северной Америки можно разделить на три основные климатические области: 1) область тихоокеанского воздуха, занимающую западное побережье, 2) область континентального воздуха внутренних районов и 3) муссонную область восточной части континента.

Северной границей умеренной зоны служит зимнее положение арктического фронта, который, если судить по средней картине распределения давления и ветров, на западе континента лежит у 60°, на востоке у 55° с. ш. Некоторое уточнение

необходимо сделать в отношении побережья Аляскинского залива, которое частично располагается севернее 60°, но должно быть отнесено к умеренному поясу. Это вытекает прежде всего из того, что зимой залив не замерзает, и средняя температура воздуха лежит в пределах от —5° до —10°. Принадлежность к умеренному климатическому поясу подтверждается также характером почв и растительности — тундра занимает только полуостров Аляску и не распространяется на защищенное с севера горами побережье залива. За хребтами Аляскинским и Нутцотин, в верхнем течении Юкона, средняя температура января составляет уже —25°, что в данном случае свидетельствует о явно преобладающей роли арктического воздуха. Таким образом, климатическая граница огибает с севера горы южной Аляски и выходит к полуострову Аляска, который относится уже к зоне субарктической.

К востоку от Скалистых гор граница идет вдоль 60° с. ш. до Гудзонова залива. Четкость климатической границы на территории западной Канады значительно меньше, чем только что рассмотренной в Аляске, так как различия между континентальным и арктическим воздухом в зимнее время гораздо меньше, чем между арктическим и тихоокеанским. Во внутренних континентальных районах температурный признак для установления этой границы не может быть использован, и основным показателем служит положение арктического фронта, определяемое по средним картам давления и ветров. Этому положению северной границы умеренной зоны в западной Канаде отвечают средние температуры января от —25° до —30°.

На Лабрадоре северная граница умеренной зоны должна лежать еще южнее в связи с тем, что продвижению арктического воздуха к югу способствует северное воздушное течение западной периферии области низкого давления над Баффиновым морем. Внутренняя часть Лабрадора изучена еще очень мало, но все же по характеру растительности и почвам южную часть полустрова (до 55° с. ш.) следует отнести к умеренному поясу. На побережье залив Гамильтон (54° 30′) служит климатической границей между южным и северным Лабрадором.

Сравнивая положение северной границы умеренной зоны на континенте Северной Америки и в Евразии, нетрудно видеть, насколько сильнее проявляется влияние Арктики в Америке благодаря менее активному действию этого континента на общую циркуляцию атмосферы в северном полушарии.

Область климата морского воздуха в Северной Америке, в отличие от Европы в силу орографических причин, ограничивается узкой полосой тихоокеанского побережья. Морской воздух, поступающий в циклонах с Тихого океана, несет зимой положительные, но более низкие температуры, чем воздух Атлантики на западном и северо-западном побережье Европы. Причиной этого являются более низкие температуры и мень-

шая устойчивость теплых морских течений, достигающих берегов Северной Америки. В связи с этим и температура зимних месяцев на западном побережье Америки градуса на три ниже, чем на побережье Европы. В летнюю половину года существенного различия в температуре нет.

Горы, которые почти вплотную подходят к берегу, служат причиной резкого увеличения осадков на побережье подобно тому, как это имеет место на юго-западных берегах Норвегии, но только в более сильной степени. Годовое распределение осадков не столь равномерно, как в Западной Европе, и наблюдается заметный максимум в зимние месяцы, связанный с усилением циклонической деятельности:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Порт Симпсон (54°42′ с. ш., 130°21′ з. д.). Осадки (мм)											
250	230	160	190	120	110	140	170	260	330	360	310

Область климатов континентального воздуха

Эта область занимает территорию центральных штатов и бо́льшую часть Канады, расположенную между Скалистыми горами и Гудзоновым заливом. Преобладающей воздушной массой здесь является континентальный воздух. Зимой в устойчивых антициклонах над центральной частью континента воздух сильно выхолаживается и принимает весьма низкую температуру; в связи с этим даже в южной Канаде зима сурова (см. изотермы января на рис. 52).

Следует обратить внимание, что суровость зим в Северной Америке не возрастает постепенно с запада на восток, как на материке Евразии, но резко проявляется уже у восточных склонов Скалистых гор. Это объясняется, как уже говорилось выше, влиянием гор, которые в значительной степени препятствуют проникновению в глубь континента свежих морских масс и создают резкое различие между мягкими зимами западного побережья и весьма холодными зимами всей остальной части континента к востоку от Скалистых гор. Второй особенностью американской зимы является обилие снега, что связано не только с частыми снегопадами, но также с устойчивым характером зимы. Оттепели среди зимы в центральной части континента явление гораздо более редкое, чем, например, в средней полосе европейской территории СССР.

Особенно обильны снегом восточные районы, где высота снегового покрова превышает 100 и 150 см. Наоборот, в западной Канаде, у восточных склонов Скалистых гор, снеговой

покров местами очень мал, и общий характер зим напоминает холодные и крайне бедные осадками зимы нашего Забайкалья. Однако эта область с сухой малоснежной зимой занимает весьма небольшую территорию. Недостаток снега вызывается здесь не антициклоничностью, как в Забайкалье, но размывающим фронты влиянием гор, а также частыми фёнами.

Вхождения арктического воздуха в тылу циклонов носят в центральной части Америки очень резкий характер и нередко сопровождаются снежными бурями, не уступающими по силе сибирским буранам. При этом падение температуры в течение 24 часов может составлять 25° и более.

Летние температуры континентального воздуха в средних широтах над Америкой ниже, чем над Евразией, в связи с менее благоприятными условиями прогревания воздуха. Наличие крупных внутренних озер, глубоко изрезанные берега, а также значительная облачность замедляют прогревание над континентом и трансформацию приходящих арктических и морских воздушных масс. Средняя температура июля в средней полосе умеренной зоны не достигает 20°, т. е. не выше, чем в средней Европе, и совершенно не соответствует резкой континентальности зимнего периода.

В умеренных и субтропических широтах наблюдаются суховеи, которые в США имеют наибольшее распространение в полосе между 34° и 45°. Температура тропического воздуха в этих случаях достигает 38° и 40°, относительная влажность падает иногда до 10%, скорости ветра колеблются в отдельных случаях от слабых до ураганной силы. Эти ветры развиваются на западной периферии антициклонов и усиливаются с приближением циклонов со стороны Скалистых гор. В местностях, попадающих в южную половину антициклонов, как, например, в Техасе и других южных штатах, эти же суховеи имеют даже северную составляющую.

Отличительной особенностью летней циркуляции над Северной Америкой, как указывалось выше, является обострение зоны полярного фронта над континентом в умеренных широтах, с чем связано выпадение значительных осадков. Но несмотря на это, в центральных штатах Америки нередко устанавливаются периоды длительного антициклогенеза, приводящего к губительным засухам. И в этом отношении климат Америки представляет соединение резких крайностей.

Среднее годовое количество осадков к востоку от Скалистых гор в умеренной зоне вполне достаточное, но все же заметно меньшее, чем в южной полосе. Это объясняется быстрым уменьшением влагосодержания тропического воздуха, продвигающегося на север от Мексиканского залива. Такое географическое распределение осадков в субтропической и умеренной зонах над континентом совершенно обратно тому, что наблюдается в восточной Европе и Средней Азии.

Муссонная климатическая область восточного побережья Северной Америки

Эта область не является достаточно полным аналогом муссонных климатов восточных берегов Азии, так как зимняя область высокого давления над Америкой представляет значительно менее мощное образование, чем азиатский муссонный антициклон, и формируется в центральных районах, удаленных от восточных берегов. Влияние зимнего континентального муссона, оттекающего подобно восточноазиатскому муссону в северо-западном потоке по периферии антициклонов, сказывается, главным образом, на резком понижении температуры зимних месяцев. Что же касается осадков, то они выпадают в значительно большем количестве, чем на восточных берегах Азии, и имеют несколько иной характер годового хода. Например в Монреале:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Монреаль (45°30′ с. ш., 73°35′ з. д.). Осадки (мм)											
95	78	96	57	75	90	109	91	84	80	95	93

Эта существенная особенность климатов Восточной Америки обнаруживается главным образом по отношению к южным районам умеренной зоны; в северной же части проявляется довольно большое сходство с муссонным режимом в Азии. Так, климат Нью-Фаундленда весьма близок к климату южной Камчатки; климаты побережья Гудзонова залива и Лабрадора по генетическим признакам могут рассматриваться как американские аналоги климатов побережья Охотского моря.

На берегах Гудзонова залива зимы очень суровы, и хотя не могут быть названы сухими, но все же по количеству осадков резко отличаются от летних месяцев:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Иорк Фактория (56°58′ с. ш., 92°31′ з. д.). Температура (С°)											
−27,0	−26,0	−20,0	−9,0	0,0	9,0	15,0	12,0	6,0	−2,5	−12,5	−24.5
Осадки (мм)											
30	10	20	30	70	80	130	130	100	50	50	30

На восточном берегу Лабрадора осадки имеют более ровный ход, но низкие температуры зимы указывают и здесь на преобладающую роль континентального муссона в зимней циркуляции:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Нэйн (56°32′ с. ш., 61°59′ з. д.). Температура (С°)											
−21,5	−19,6	−15,0	−7,5	−1,0	4,5	8,0	8,5	5,0	−0,5	−7,0	−16,0
Осадки (мм)											
20	20	20	30	30	50	60	80	70	50	40	20

Климат Нью-Фаундленда складывается под сильным влиянием морского воздуха. Осадков здесь выпадает много, и максимум их приходится на зимние месяцы, в связи с усилением температурного контраста между арктическим воздухом и воздухом западной Атлантики и обострением арктического фронта. Температуры летних месяцев на Нью-Фаундленде сильно понижены под влиянием холодного Лабрадорского течения:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Сен-Джонс (47°32′ с. ш., 52°40′ з. д.). Температура (С°)											
−4,5	−4,5	−2,5	1,5	6,5	11,0	15,1	15,5	12,0	7,5	3,0	−2,0
Осадки (мм)											
150	140	120	100	90	90	100	100	100	140	140	130

На островах в заливе Лаврентия, лежащих западнее, зима более сурова:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Антикости (49°20′ с. ш., 62°40′ з. д.). Температура (С°)

—11,0	—11,0	—6,0	0,0	4,5	9,5	13,5	14,0	10,0	4,5	—1,0	—7,5

Наличие холодного течения у восточных берегов служит причиной развития интенсивных туманов, которые особенно часто наблюдаются весной и в первую половину лета. В южной части побережья у границы умеренной зоны влияние континентального муссона сильно ослаблено; осадки принимают ровный годовой ход, и быстро возрастают температуры зимних месяцев:

Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д

Бостон (42°21′ с. ш., 74°,04′ з. д.). Температура (С°)

—2,1	—1,8	2,0	8,0	13,9	12,2	22,1	21,1	17,4	12,0	5,6	0,3

Осадки (мм)

91	86	91	84	81	74	90	81	70	—	—	—

СУБАРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА

Субарктическая зона в Северной Америке занимает полосу, проходящую через весь континент между арктической и умеренной зонами. Южная граница субарктической зоны связывается с зимним положением арктического фронта, который, как указывалось, проходит зимой по территории Канады на западе у 60°, на востоке у 55° с. ш. Северная граница, как и в Азии, совпадает с южной границей арктической тундры и идет, начинаясь на западе от залива Коцебу, по северу Аляски и Ка-

нады, сначала несколько севернее полярного круга, затем, спускаясь к югу от него, выходит к Гудзонову заливу на широте острова Саутгемптон.

Тундра, занимающая побережье Гудзонова залива, южнее этой границы, и северную половину Лабрадора, обязана своим происхождением не столько влиянию Арктики, сколько притоку воздуха из холодной северо-западной части Атлантического океана. То же надо сказать и о тундре побережья Берингова моря, так как она формируется, главным образом, под влиянием непосредственной близости холодных вод Берингова моря, но не под действием северной тяги арктического воздуха. Таким образом, на западе и на востоке субарктической области необходимо соответственно выделить климатические области — Тихоокеанскую и Атлантическую, характеризующиеся морским субарктическим типом климата, формирующим ландшафт тундры.

Средние температуры зимних месяцев в морском субарктическом климате соответствуют температуре арктического воздуха, формирующегося над замерзшим океаном в условиях преобладающей циклонической деятельности. Западная — Тихоокеанская область отличается от восточной — Атлантической менее холодной зимой в связи с тем, что в западной преобладают ветры передней части циклонов, а в восточной — тыловые, несущие воздух из более северных районов. В восточной части средние температуры января от —20° до —25°, в западной от —15° до —20°.

Температуры лета на востоке также несколько ниже, чем на западе. В северной половине Лабрадора, средняя температура июля ниже 10°, в западной же Аляске она составляет 10° на побережье и еще выше во внутренних районах.

Континентальные районы субарктической зоны в климатическом отношении достаточно однородны и составляют одну климатическую область, занимающую внутреннюю часть Аляски и север Канады, исключая побережье Ледовитого океана, которое относится к зоне арктической.

Климат Континентальной субарктической области Америки, так же как и Азии, слагается под действием арктического воздуха зимой и континентального — летом, но отличается меньшей континентальностью. В связи с этим на американском континенте нет так называемого «полюса холода», т. е. области наиболее низких температур, ограниченной замкнутыми изотермами. Средние температуры января в субарктической зоне Северной Америки составляют —25°, —30°; средние температуры июля +5°, +10°. Причинами меньшей континентальности субарктической Америки, как указывалось выше, являются недостаточно устойчивый антициклогенез зимой и изрезанность суши морскими заливами и внутренними озерами, а также общая заболоченность почвы, проявляющие себя летом.

Зона	Область	Место (шир., долг., высота)	Ср. т-ра, С°		Ср. из годовых, С°		Отн. влажность, %		Облачность %		Кол. осадков, см			Число дней с осадками	
			наиб.	наим.	макс.	мин.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	год	наиб.	наим.	наиб.	наим.
Экваториальных муссонов		Панама 9°00′ с., 80°00′ з.	VI 27	II 25	36	19	X 85	II 80	VI 50	I 30	144	VI 18	II 0	X 17	II 0
		Грейтоун 10°56′ с., 83°46′ з.	V 27	I 25	—	—	—	—	—	—	659	XI 93	III 16	—	—
		Сан-Сальвадор 13°42′ с., 89°10′ з. 640 м	V 25	XII 22	30	17	VI 85	III 70	VI 70	I 20	180	VII 31	I 1	VII 21	I 1
Тропическая		Белиз 17°30′ с., 88°12′ з.	VII 28	XII 23	33	15	IX 90	IV 80	VI 60	IV 40	207	IX 31	III 6	IX 18	IV 4
		Веракрус 19°12′ с., 96°07′ з.	VII 28	XII 22	34	15	VII 80	XI 75	I 70	III 30	172	VII 38	IV 0	VII 25	I 2
		Мехико 19°26′ с., 99°08′ з. 2 280 м	V 18	XII 12	30	1	IX 70	IV 45	VIII 70	II 30	59	VIII 12	I 0	VII 24	II 1
		Мазатлан 23°12′ с., 106°25′ з.	VII 28	I 19	34	11	IX 80	VII 75	VII 60	V 30	80	VIII 24	IV 0	VIII 20	IV 1
		С.-Луис-Потоси 22°09′ с., 100°59′ з. 1 890 м	V 22	I 13	35	0	—	—	—	—	28	VI 5	II 1	—	—
Субтропическая	Тихоокеанская	Сан-Диего 32°43′ с., 117°10′ з.	VIII 20	I 12	32	3	VII 80	XII 70	V 50	X 30	27	II 6	VII 0	I 8	VII 0
		Юма 32°43′ с., 114°38′ з.	VII 33	I 13	45	—2	XI 50	V 35	I 20	VI 10	8	I 1	VII 0	I 2	VII 0
		Сан-Франциско 37°45′ с., 122°26′ з.	IX 15	I 10	32	1	VIII 85	XI 75	I 50	VIII 30	60	XII 13	VIII 0	I 2	VIII 0
		Сакраменто 38°35′ с., 121°29′ з.	VII 22	I 8	40	—2	XII 85	IX 60	I 40	VIII 0	53	XII 11	VII 0	XII 0	VIII 0
	Континентальная нагорная	Санта-Фе 35°41′ с., 105°57′ з. 2 150 м	VII 20	I — 2	32	—19	XI 55	VI 30	VII 50	X 20	36	VIII 7	I 2	VII 13	XI 4
		Пайке Пик 38°48′ с., 105°0′ з. 4 300 м	VII 4	I —16	13	—32	V 85	VII 70	IV 50	XI 20	75	VII 11	I 4	VII 18	I 9
		Виннемука 40°0′ с., 117°45′ з. 1 340 м	VII 22	I — 2	37	—23	XII 65	VIII 20	IV 40	V 10	21	XII 3	VIII 0	XII 10	VIII 0
	Континентальная равнинная	Виксбург 32°17′ с., 90°50′ з.	VII 27	I 8	36	—10	—	—	—	—	141	III 16	X 7	—	—
		Оклахома 35°30′ с., 97°31′ з.	VII 27	I 1	38	—19	—	—	—	—	79	V 14	II 3	—	—
		Сан-Луи 38°35′ с., 90°15′ з.	VII 26	I — 1	37	—22	IV 75	IV 65	XII 60	IX 40	105	VI 13	I 5	VI 12	X 7
	Атлантическая муссонная	Джексонвиль 30°21′ с., 81°40′ з.	VII 27	I 12	36	—4	IX 85	IV 70	IX 50	IV 40	137	IX 21	XI 6	VII 15	IV 7
		Атланта 33°46′ с., 84°24′ з. 360 м	VII 26	I 6	35	—13	VIII 80	V 60	I 60	IV 40	128	III 14	X 6	—	—
		Норфольк 36°52′ с., 76°16′ з.	VII 26	I 5	36	—11	VIII 80	IV 75	I 55	X 40	132	VIII 16	I 9	VII 13	X 9
Умеренная	Тихоокеанская	Спокан 47°41′ с., 117°26′ з. 600 м	VII 20	I — 3	37	—24	I 85	VIII 45	I 60	VIII 20	46	XII 6	VIII 1	XII 15	VIII 3
		Форт Симпсон 54°42′ с., 130°24′ з.	VII 14	I 0	25	—14	XII 90	III 80	—	—	263	XI 35	VI 11	XII 22	III 13
		Ситка 57°03′ с., 135°20′ з.	VIII 13	I — 1	—	—	XI 85	IV 75	—	—	221	X 32	VI 8	X 25	VI 18
	Континентальная	Альберт 53°10′ с., 106° з. 450 м	VII 17	I —20	33	—45	XII 85	V 60	—	—	33	VI 7	XII 2	VI 12	IV 5
		Бисмарк 46°49′ с., 100°49′ з. 500 м	VI 21	I —14	37	—37	I 80	VIII 60	III 60	VIII 40	47	VI 9	I 1	VI 13	—
		Виннипег 49°54′ с., 97°09′ з.	VII 19	I —22	33	—40	I 90	V 70	XI 60	VII 50	51	VI 8	I 2	V 13	I 8
	Атлантическая	Квебек 46°49′ с., 71°16′ з.	VII 19	I —12	32	—32	XI 85	V 75	XI 70	VIII 50	107	VII 10	IV 6	I 16	IX 11
		Антикости 49°20′ с., 62°40′ з.	VIII 14	I —11	22	—26	XI 85	IV 75	XII 75	IX 40	69	VII 9	V 4	I 14	IX 8
		Сен-Джонс 47°32′ с., 52°40′ з.	VIII 16	I — 5	30	—21	XI 85	VI 80	I 80	VIII 60	140	I 15	VI 90	XII 23	VIII 13
Субарктическая		Даусон 64°5′ с., 139°20′ з. 360 м	VII 16	I —31	30	—50	XII 90	VI 60	X 50	III 40	35	VII 5	III 1	VII 13	III 5
		Форт Симсон 62°12′ с., 128°24′ з.	VII 16	I —28	28	—48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Гут Хоп 66°16′ с., 128°52′ з.	VII 16	I —36	27	—52	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ЗОНА АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА

Северное побережье Америки входит в зону арктического воздуха, где во все сезоны преобладающей воздушной массой является арктический воздух. Положение южной границы арктической зоны, как северной границы зоны субарктической, было рассмотрено выше. В зимнее время года арктический воздух над северным побережьем Америки поступает преимущественно из Арктики и в меньшем количестве выносится с материка в отличие от арктического побережья Азии, что и является главной причиной более высокой температуры на побережье Америки по сравнению с Азией; различие в средних температурах января достигает почти 10°. В Америке только в Аляске зимой дуют континентальные ветры, несущие более холодный воздух, чем собственно арктический, да и здесь континентальный воздух не имеет столь низкой температуры, как в Азии.

Летом на всем арктическом побережье преобладает северный перенос воздуха из Арктики, но этот воздух плохо прогревается над изрезанной заливами и озерами северной частью континента, и восточнее Б. Медвежьего озера тундра заходит южнее полярного круга. Значительно лучше прогревается воздух над Аляской.

Таким образом, и в арктической зоне, как и в других частях материка Северной Америки, западные районы отличаются большей континентальностью климата по сравнению с восточными.

ГЛАВА VIII

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Бóльшая часть Атлантики лежит в тропических широтах. Вблизи экватора, так же как и в умеренных и высоких широтах обоих полушарий, Атлантический океан значительно сужается. Экватором Атлантический океан делится почти пополам. Но тропическая часть северной Атлантики больше южной; в умеренных же и высоких широтах южная Атлантика развита больше северной. Все это имеет существенное климатическое значение, обусловливая более низкую температуру атлантических вод в южном полушарии.

Весьма существенную роль в формировании климатов Атлантического океана играют окружающие материки. В наибольшей степени сказываются континентальные воздействия на океан со стороны материка Северной Америки, проявляющиеся в существовании в западной части северной Атлантики муссонного режима. Материк Евразии непосредственно на климат Атлантического океана не влияет в силу господствующего на севере последнего западно-восточного переноса. Континентальные же массивы южного полушария мало влияют на климат океана главным образом потому, что они слабо развиты в субтропических и умеренных широтах и расширяются лишь в широтах приэкваториальных и тропических, где влияние суши никогда не бывает значительным — зимой в общем материки не холоднее океанов, летний же нагрев ведет к возникновению над материками пониженного давления и таким образом к переносу воздуха с моря на сушу, но не наоборот. Некоторое влияние суши сказывается в этих широтах лишь на востоке океана, где пассатные потоки, оттекая параллельно берегам северной и южной Африки, увлекают за собой и потоки воздуха с африканского континента. Напротив, в субтропических и умеренных широтах, где господствует западно-восточный перенос, наибольшим оказывается влияние

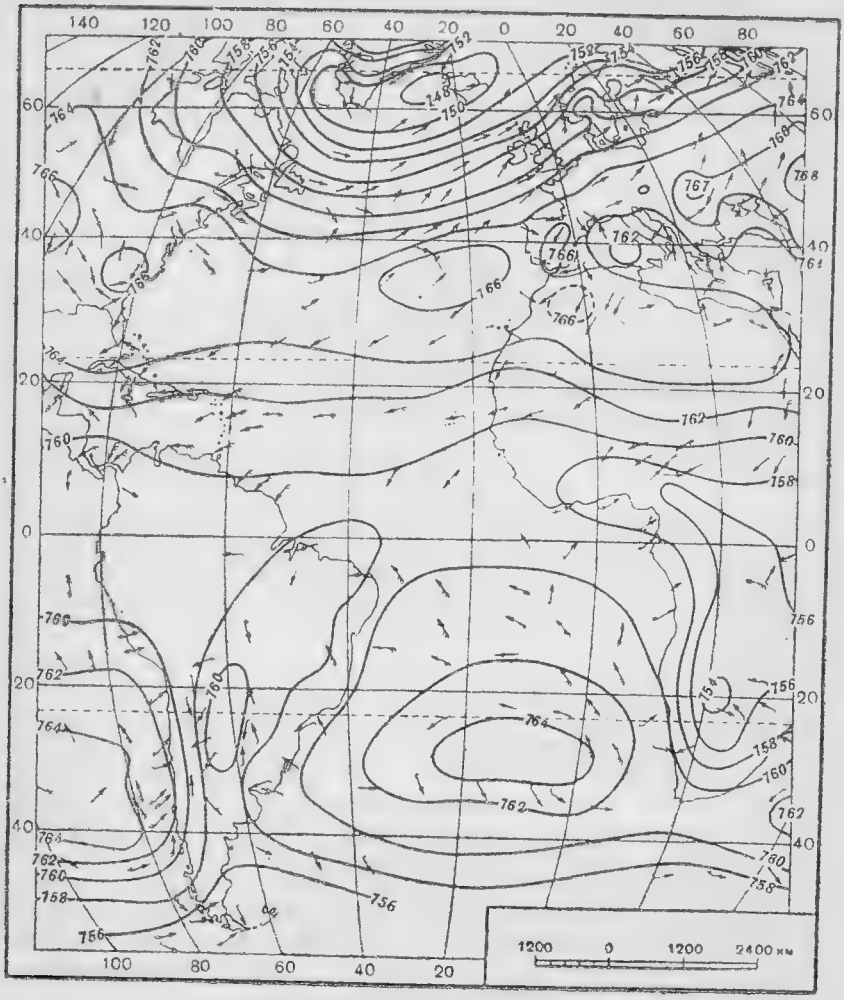


Рис. 58. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Атлантическим океаном в январе.

материка Южной Америки, расположенного на западе океана. Однако размеры суши здесь настолько невелики, что континентальный воздух лишь немногим отличается по свойствам от воздуха океанического.

Основным циркуляционным процессом в тропосфере над Атлантическим океаном является формирование морского тропического воздуха в устойчивых динамических антициклонах северного и южного полушарий. На востоке океана этот воздух, оттекая по восточной периферии динамических антициклонов над холодными Канарским и Бенгуэльским тече-

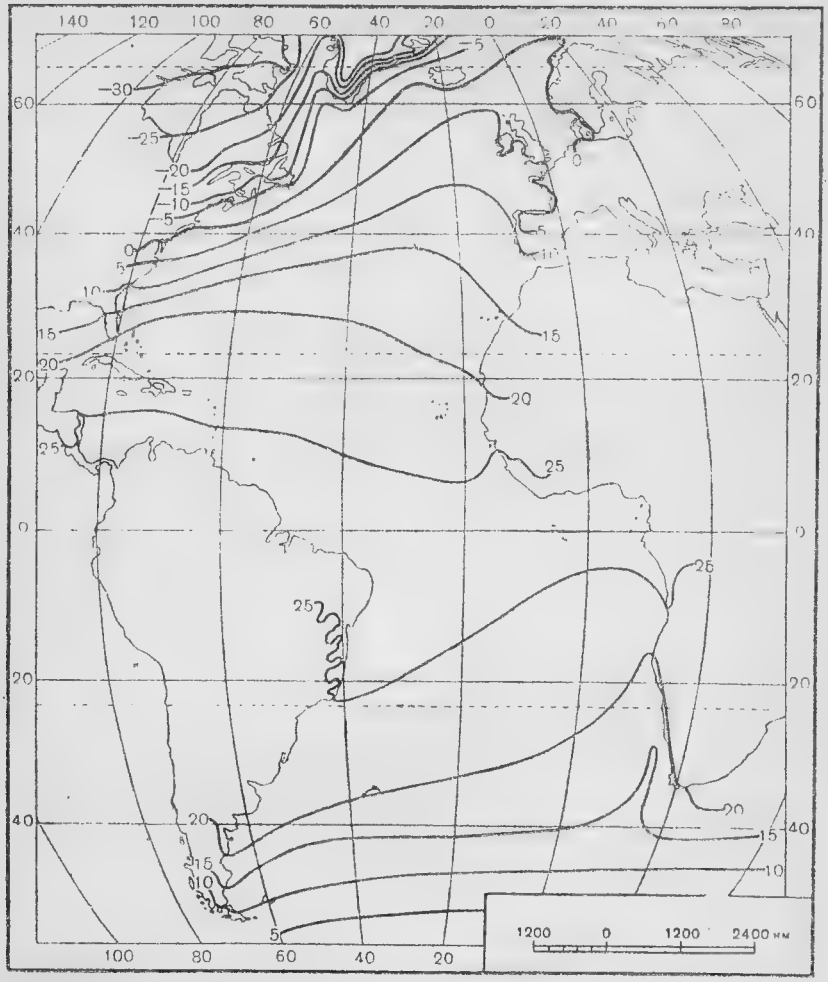


Рис. 59. Температура воздуха над Атлантическим океаном в январе.

ниями, стратифицирован устойчиво, на западе океана — неустойчиво.

Между областями круглогодичного преобладания тропического воздуха лежат климатические области, характерные сезонной сменой в преобладании масс тропического и экваториального воздуха (так называемые климатические зоны экваториальных муссонов северного и южного полушарий), а также зона постоянного преобладания экваториального воздуха. Материалом для формирования экваториального воздуха над Атлантическим океаном круглый год является при этом только юго-восточный пассат, так как атлантический тропический фронт лежит круглый год в северном полушарии.

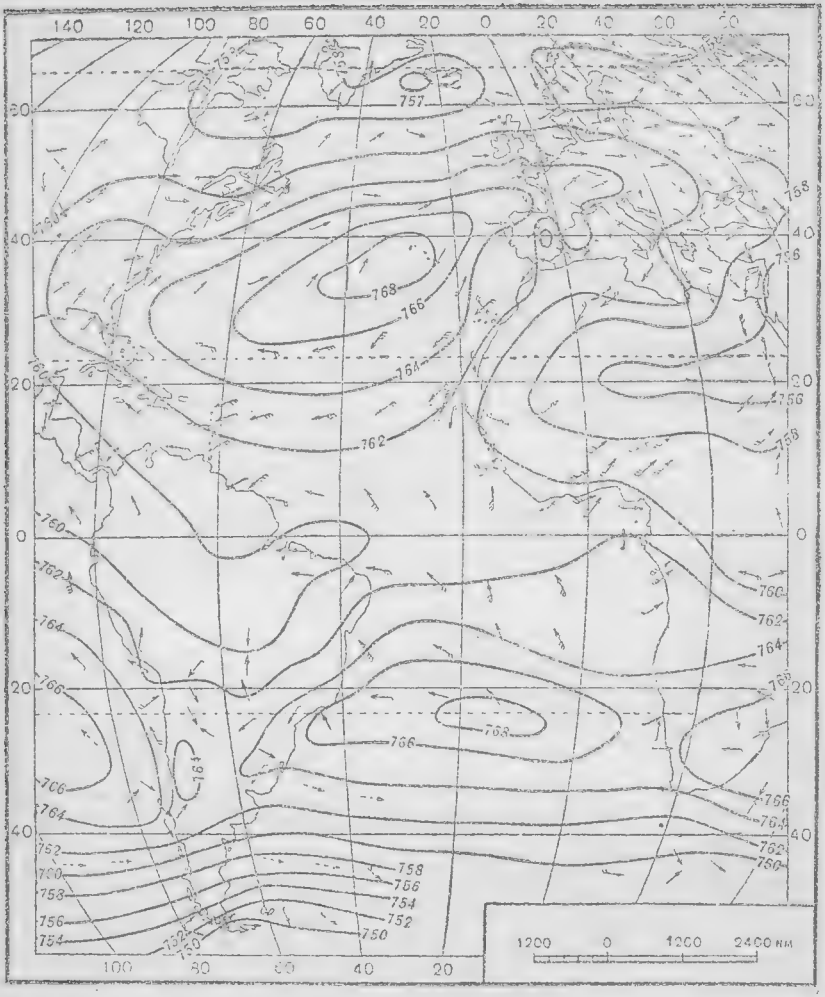


Рис. 60. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Атлантическим океаном в июле.

К северу и к югу от областей постоянного формирования тропического воздуха лежат климатические области, в которых тропический воздух преобладает лишь летом соответствующего полушария, зимой же в циклонической циркуляции полярного фронта поступает морской полярный воздух. Еще далее к северу и к югу циклоническая деятельность на полярном фронте становится основным процессом в течение всего года.

Детальное районирование Атлантического океана на климатические зоны и области представлено на рис. 62.

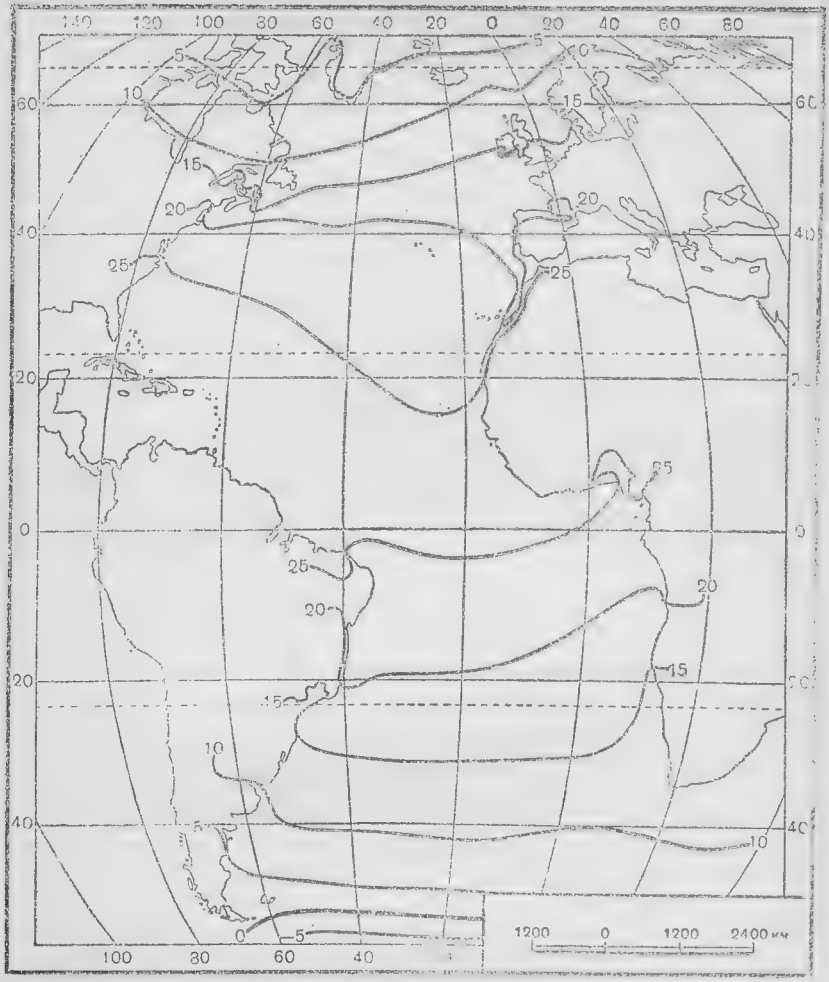


Рис. 61. Температура воздуха над Атлантическим океаном в июле.

В формировании климатов Атлантического океана существенную роль играют теплые и холодные поверхностные океанические течения. Из теплых наибольшее влияние на климат имеют течения умеренных широт на востоке и тропических широт на западе океана (Гольфстрим, Бразильское). Влияние холодных течений сказывается в тропических широтах на востоке океана (Бенгуэльское на юге и Канарское на севере) и в умеренных широтах на западе океана (Фальклендское на юге, Восточно-Гренландское и Лабрадорское на севере). Кроме того, следует указать и сравнительно холодное экваториальное течение, пересекающее океан с востока на запад.

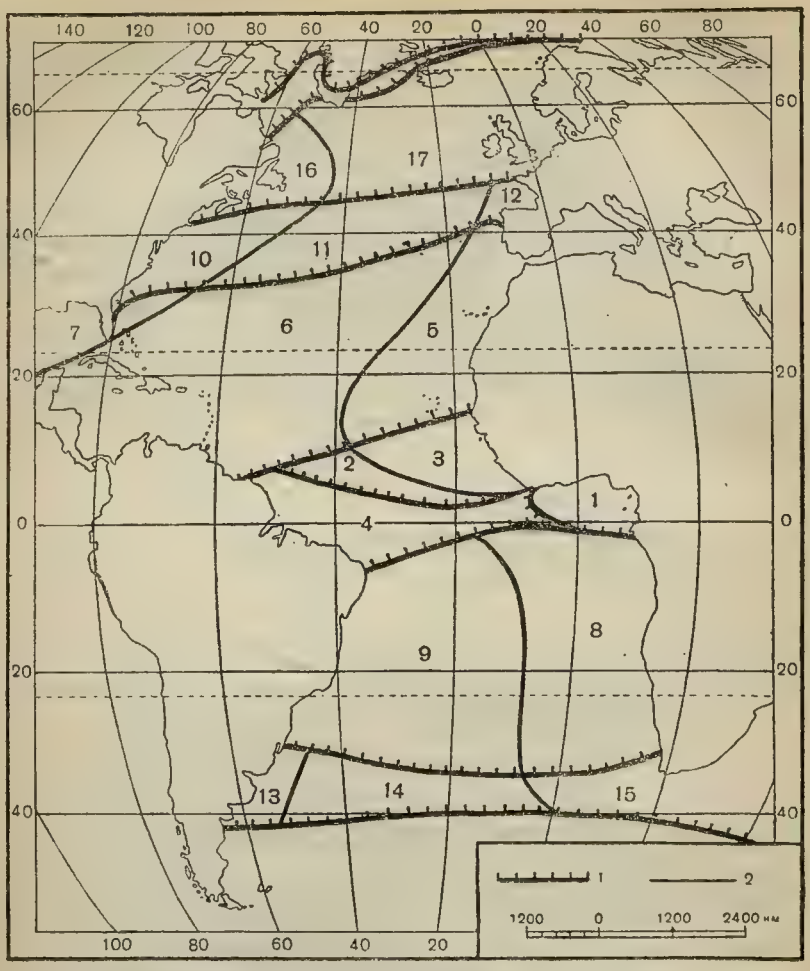


Рис. 62. Схематическая карта климатических зон Атлантического океана с входящими в них климатическими областями.

Экваториальная зона: 1 — (одна область). Зона экваториальных муссонов северного полушария: 2 — Западная, 3 — Восточная. Зона экваториальных муссонов южного полушария: 4 — (одна область). Тропическая зона северного полушария: 5 — Восточная, 6 — Центральная, 7 — Западная. Тропическая зона южного полушария: 8 — Восточная, 9 — Западная. Субтропическая зона северного полушария: 10 — Западная, 11 — Центральная, 12 — Восточная. Субтропическая зона южного полушария: 13 — Западная, 14 — Центральная, 15 — Восточная. Умеренная зона северного полушария: 16 — Западная, 17 — Восточная.

Границы: 1 — зон, 2 — областей.

ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ ЗОНА

Экваториальной климатической зоной мы будем называть область океана, в которой в течение всего года преобладает экваториальный воздух. Основными особенностями этого воздуха являются неустойчивая стратификация и высокое тепло- и влагосодержание во всей его толще. В этом отношении экваториальный воздух существенно отличается от воздуха пассатов, влажного лишь в нижних подинверсионных слоях. Формирование экваториального воздуха над Атлантикой в течение всего года происходит из масс пассата южного полушария, оттекающего из области Южноатлантического антициклона. Обстоятельством, способствующим трансформации морского тропического воздуха пассата в экваториальный воздух, является ослабление пассатного потока, несущего устойчиво стратифицированный воздух, в котором затруднен перенос тепла и влаги в верхние слои атмосферы. Значительное ослабление пассатных ветров наблюдается на востоке Атлантического океана, в Гвинейском заливе; здесь и лежит область постоянного формирования экваториального воздуха. Другим фактором, благоприятным для развития процессов конвекции и формирования экваториального воздуха, является высокая температура воды в Гвинейском заливе.

Развитие процессов термической конвекции подтверждается здесь и преобладанием облаков кучевых форм. Судя по значительному снижению повторяемости осадков и облаков конвекции при одновременном увеличении скоростей пассатного потока, можно наметить положение южной границы экваториальной зоны около 2° ю. ш. и западной около 7° з. д.

В течение всего года в экваториальной зоне преобладают воздушные потоки южных и юго-юго-западных румбов, оттекающие по восточной периферии Южноатлантического антициклона и отклоняющиеся от нормального для пассатов юго-восточного направления под влиянием депрессии над северной Африкой. Устойчивость этого генерального направления потоков составляет 60—80% повторяемости.

Ветровой режим экваториальной зоны характеризуется скоростями 3—5 м/сек., наблюдающимися в 70—90% всех случаев наблюдений. Таким образом, несмотря на отсутствие сильных ветров, экваториальная зона Атлантики не является зоной затишья в достаточно полном смысле.

Годовая амплитуда температуры воздуха не превышает в экваториальной зоне 4°. В связи с тем, что экваториальный воздух в Гвинейском заливе формируется из воздуха, оттекающего к экватору над холодным Бенгуэльским течением, экваториальная зона Атлантики является относительно холодной. Наиболее низкие средние температуры (23—25°) наблюдаются здесь летом северного полушария, когда одновременно с

усилением мощности Южноатлантического динамического антициклона усиливается и приток холодного воздуха с юга. В отличие от климатов экваториального воздуха над сушей годовой ход температуры в экваториальной зоне Атлантики простой. Обычное для материковых экваториальных климатов повышение температуры воздуха вблизи периодов зенитального положения солнца (весной и осенью) нарушается здесь ввиду усиливающегося в летне-осенний и ослабевающего в зимне-весенний период процесса адвекции холодного воздуха южного полушария. Наивысшая средняя температура воздуха (27°) наблюдается здесь весной.

Поверхностные воды Гвинейского залива круглый год оказываются в среднем на 0,5° теплее воздуха. Движение воздушного потока над сравнительно теплой поверхностью воды, в сочетании с наличием не сильных, но устойчивых ветров, способствуют усилению испарения и конвекции. Облака кучевых форм здесь наблюдаются в 2—3 раза чаще слоистых облаков, да и те возникают, очевидно, главным образом, при вечернем растекании кучевых и отчасти в результате ночного охлаждения влажного воздуха. Конвективное же (послегрозовое) происхождение имеют, повидимому, в экваториальной зоне и облака верхнего яруса, наблюдающиеся здесь в 30—40% случаев. По данным атласа Макдональда [1], в экваториальной зоне Атлантики сравнительно велика также вероятность дождевых облаков и «длительных» осадков. Не исключена возможность фронтального их происхождения при развитии циклонической деятельности на внутриэкваториальных фронтах. Активность таких фронтов, разделяющих потоки разной степени трансформации, вызывается здесь высоким влагосодержанием воздуха. Но значительное развитие в экваториальной зоне фронтальной деятельности тем не менее предполагать трудно. Поэтому остается думать, что при большой мощности конвективных процессов наблюдатели в ряде случаев просто ошибочно принимают кучеводождевые облака за слоистодождевые и осадки ливневые за осадки «длительные». Годовой ход осадков в экваториальной зоне Атлантики двойной с максимумами весной и осенью. Наиболее часто дожди наблюдаются осенью. Суточный ход осадков в экваториальной зоне также зависит прежде всего от изменений разности температур «вода — воздух». Поэтому, в отличие от экваториальных ливней над сушей, осадки над Гвинейским заливом выпадают, главным образом, ночью.

Наибольшая вероятность дождливой погоды вблизи северного побережья Гвинейского залива (до 20%) может быть отчасти объяснена подъемом воздуха перед гористым берегом,

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

но масштабы последнего явления невелики, так что если оно и дает усиление осадков, то лишь у самого берега залива.

Основной же причиной увеличения количества осадков к северу следует считать постепенное увлажнение, по мере движения с юга на север, относительно холодного в данном случае тропического воздуха.

Особенностью прибрежных районов являются также вхождения тропического воздуха северной Африки, сопровождаемые сухими пыльными ветрами (харматан), что вызывает увеличение зимой в Гвинейском заливе вероятности мглы. Так, на северном побережье залива зимой вероятность мглы достигает 15—20% случаев.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

В субэкваториальной климатической зоне летом преобладает экваториальный воздух, неустойчиво стратифицированный, зимой же тропический воздух, несущий в себе инверсию температуры. Хотя в нижних слоях свойства экваториального воздуха и морского тропического довольно близки, но на высоте запасы тепла и влаги в морском тропическом воздухе оказываются значительно меньшими. Особенно резкое отличие наблюдается в восточной части океана, где в силу условий циркуляции внутрипассатная инверсия достигает наибольшего развития.

Северная граница субэкваториальной зоны определяется летним положением тропического фронта. Последний отчетливо выявляется как линия сходимости пассатов двух полушарий. Тропический фронт в августе у берегов Америки лежит на широте 8° с. ш., у берегов Африки — на 16° с. ш. Южная граница муссонной зоны у берегов Америки лежит на широте Парамарибо, затем несколько отклоняется к югу и подходит к Африке близ северных берегов Гвинейского залива. Таким образом, субэкваториальная зона северной Атлантики на востоке океана расположена между 6 и 16° с. ш., к западу же резко сужается и выклинивается у берегов Америки у 8° с. ш.

Характерной особенностью субэкваториальной зоны является сезонная смена преобладающих воздушных потоков, обусловливающая муссонный режим погоды. Однако смена муссонов не происходит во всей субэкваториальной зоне одновременно. Летний экваториальный муссон раньше устанавливается и дольше удерживается на юго-западе зоны (с июня по ноябрь). На северо-востоке же зоны он наблюдается только с июля по октябрь, и бóльшую часть года здесь господствует зимний муссон, несущий тропический воздух. Как зимний, так

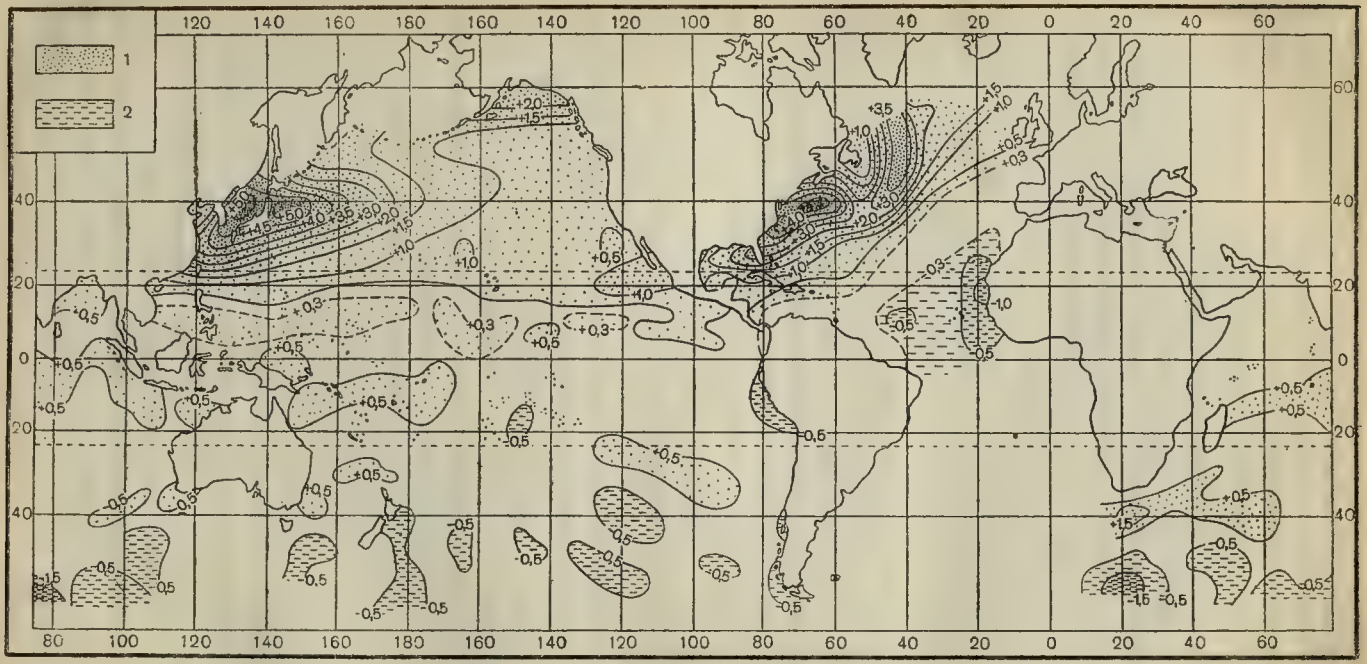


Рис. 63. а) Разность температур вода — воздух (декабрь — февраль).

1 — области, где вода теплее воздуха; 2 — области, где вода холоднее воздуха.

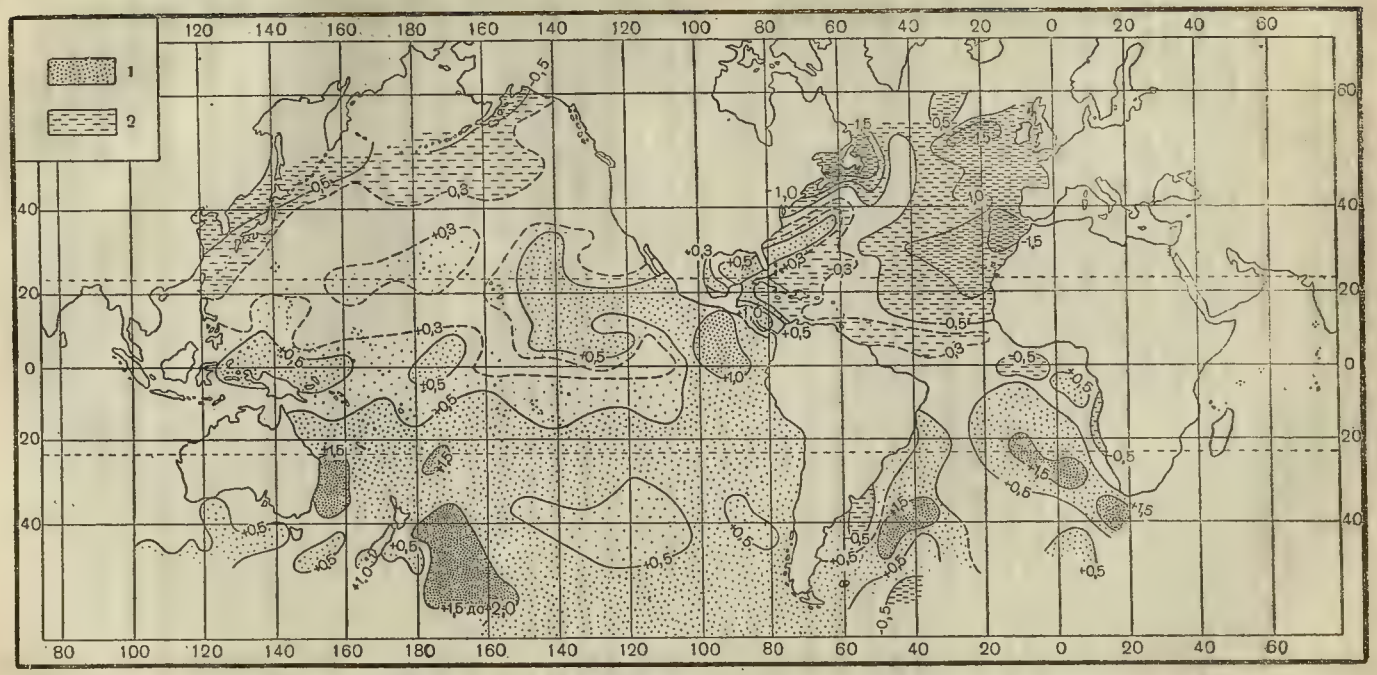


Рис. 63. б) Разность температур вода — воздух (июнь — август)

1 — области, где вода теплее воздуха; 2 — области, где вода холоднее воздуха.

и летний муссоны в субэкваториальной зоне очень устойчивы. В месяцы их господства повторяемость соответствующих ветров превышает 80% случаев наблюдений (в переходные сезоны она несколько меньшая).

Во время летнего муссона климатические условия определяются свойствами экваториального воздуха, формирующегося из юго-восточного пассата южного полушария. Перетекая через экватор по северной периферии динамического антициклона южной Атлантики, этот поток частично меняет направление на юго-западное, ослабевает (в среднем до 3—4 м/сек.) и, постепенно прогреваясь и увлажняясь, приобретает свойства экваториального воздуха. Так же как и для области экватора, для субэкваториальной зоны в летнее время года характерны малые горизонтальные градиенты температуры воды и воздуха. Температуры воздуха изменяются в пределах зоны не более чем на 1°, причем наиболее высокие температуры (27—28°) наблюдаются здесь в последние месяцы действия экваториального муссона. Особенностью субэкваториальной зоны является развитие циклонической деятельности на тропическом фронте и зарождение тропических циклонов. В среднем в этих широтах Атлантики наблюдаются три циклона в год, причем чаще всего они бывают в августе. Близость тропического фронта сказывается также в более частом выпадении дождей — в два раза больше, чем под экватором.

Осадки, выпадающие летом в субэкваториальной зоне, существенно отличаются от осадков в области экватора. Значительная, если не бо́льшая, их часть носит длительный, фронтальный характер. Ослабление осадков конвекции обусловлено здесь коренным, по сравнению с зоной экваториального воздуха, изменением соотношения между температурой воды и воздуха. Если в экваториальной зоне вода теплее воздуха, то здесь она холоднее, особенно на северо-востоке, где сказывается роль холодного Канарского течения (см. рис. 63).

Зимний муссон состоит из морского тропического воздуха северной Атлантики и оттекает в северных и северо-восточных потоках по периферии Азорского антициклона. Сила и устойчивость ветра к зиме заметно возрастают. Значительно возрастают зимой также горизонтальные градиенты температуры, что связано с северными вхождениями относительно холодного воздуха. Падение температуры с юго-запада на северо-восток достигает во время зимнего муссона 4° С; в то же время летом изменения температуры не превышают в пределах муссонной зоны 1° С.

Распределение осадков зимой также существенно отличается от летнего. На западе, где зимний муссон приносит морской тропический воздух неустойчиво стратифицированный, осадков выпадает зимой так же много, как и летом (15—25% повторяемости); на северо-востоке, где морской тропи-

ческий воздух стратифицирован весьма устойчиво, осадков очень мало (1—5%). Одновременно на северо-востоке к зиме резко уменьшается облачность. Зимние осадки в субэкваториальной зоне, как и осадки летнего муссона, в значительной степени являются фронтальными. Особенностью зимнего сезона является также значительное увеличение на северо-востоке субэкваториальной зоны вероятности мглы (до 25—30%). Происхождение последней связано с учащением к зиме прорывов в океан богатого пылью воздуха Африки. В силу устойчивой стратификации морского тропического воздуха и слабого развития вертикального обмена пыль, попавшая в атмосферу с берега, долго сохраняется в подинверсионном слое. Сохранению пыли способствует также очень редкое выпадение осадков.

Таким образом, если летом зона экваториально-тропических муссонов северной Атлантики относительно однородна в климатическом отношении, то зимой отдельные ее участки отличаются друг от друга весьма существенно. Учитывая эти особенности зимнего периода, в субэкваториальной зоне северной Атлантики следует выделить две климатические области:

1. Западная область, где в течение всего года преобладают воздушные массы сравнительно близкие по своим свойствам. Эта область характерна весьма незначительным годовым ходом температуры и обилием осадков в течение всего года.

2. Восточная область, в которой экваториальный воздух сменяется зимой устойчиво-стратифицированным морским тропическим. Она отличается теплым, дождливым летом при сравнительно холодной, мглистой и сухой зиме.

Кроме того, следует отметить, что в северной части всей зоны экваториально-тропических муссонов летом наблюдается зарождение тропических ураганов как результат циклонической деятельности на тропическом фронте.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Смена различно направленных потоков воздуха — летом экваториального и зимой тропического — имеет место лишь в северной части Атлантического океана. Над южной Атлантикой сезонной смены воздушных потоков не происходит, так как юго-восточный пассат в течение всего года перетекает здесь через экватор в северное полушарие (см. выше). Но, несмотря на отсутствие сезонной смены ветров, в приэкваториальных областях южной Атлантики можно все же выделить зону с сезонной сменой преобладающих масс воздуха. Юго-восточный пассат, господствующий в этой зоне весь год, зимой является устойчиво стратифицированным потоком тропического воздуха; летом же, в связи с ослаблением пассатного потока, в нем

создаются благоприятные условия для трансформации тропического воздуха в экваториальный. Таким образом зона экваториально-тропических муссонов существует и на юге Атлантического океана, причем признаками этой зоны следует считать достаточно резко в ней выраженный годовой ход интенсивности процессов конвекции, а также скорости ветра. Ослабление скорости юго-восточного пассата и одновременное увеличение облачности и осадков наблюдается здесь в летнее время года южного полушария.

Южная граница рассматриваемой зоны, тянущаяся от мыса Рок на западе и сливающаяся с линией экватора на востоке, отчетливо выражена лишь летом южного полушария. Напротив, восточная граница зоны, отделяющая ее от Гвинейской области формирования экваториального воздуха, наиболее отчетливо выявляется зимой. Северная граница рассматриваемой зоны близка к февральскому положению над Атлантикой тропического фронта.

В значительной своей части эта зона лежит севернее экватора и попадает в систему экваториально-тропических муссонов южного полушария лишь в силу условий циркуляции.

В зимнее время года субэкваториальная зона южного полушария оказывается под влиянием сравнительно холодного и устойчиво стратифицированного юго-восточного потока морского тропического воздуха, оттекающего по восточной периферии Южноатлантического антициклона. Температура этого воздуха в среднем составляет 24—26° С. Так как нижние слои зимнего муссона оказываются холоднее поверхностных слоев воды, то конвекция развита в субэкваториальной зоне достаточно хорошо (повторяемость кучевых облаков составляет 30—40%). Однако облака дождевых форм наблюдаются здесь сравнительно редко и вероятность дождливой погоды не превышает 5—10%. По характеру зимние осадки субэкваториальной зоны южного полушария отличаются от осадков аналогичной зоны в северном полушарии усилением роли осадков конвекции. Связано это как с наличием в южном полушарии положительных разностей температур между водой и воздухом (в северном полушарии эти разности отрицательные), так и с удаленностью субэкваториальной зоны южного полушария от средних путей циклонов тропического фронта. Слабее всего циклоническая деятельность развита в это время года на западе океана, в результате чего вероятность дождливой погоды в зимнее время здесь наименьшая. Смена муссонов в субэкваториальной зоне южной Атлантики, так же как и в северном полушарии, происходит разновременно в различных ее участках. На востоке зоны действие зимнего муссона охватывает период с июня по сентябрь, на западе же с мая по декабрь.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Климатические условия зоны пассатов определяются свойствами тропического воздуха, формирующегося над океанами в устойчивых антициклонах пояса высокого давления. Границы зоны постоянного преобладания тропического воздуха близки к среднему положению на юге летнего тропического фронта как границы распространения к северу экваториальных муссонов, на севере — зимнего полярного фронта, ограничивающего проникновение к югу масс воздуха умеренных широт.

В северной части Атлантического океана летнее положение тропического фронта отчетливо выражено в поле преобладающих воздушных потоков (на августовской карте), и, как было ранее отмечено, лежит у берегов Африки вблизи 16° с. ш., у берегов же Америки вблизи 8° с. ш. Установить над северной Атлантикой среднее зимнее положение полярного фронта и тем самым определить северную границу североатлантической зоны тропического воздуха значительно сложнее, так как в поле преобладающих ветров полярный фронт здесь почти не выявляется. С. П. Хромов [1] намечает положение этого фронта от Флориды на Ламанш, по оси растяжения деформационного поля, образованного Азорским и Канадским антициклонами и Исландским и Мексиканским минимумами. Но такое положение полярного фронта плохо согласуется с данными о распределении над северной Атлантикой температуры воздуха. Зимние температуры полярного воздуха на западе океана оказываются при этом в среднем выше 20°, зимние же температуры тропического на востоке океана — ниже 10°.

Не согласуется указанное положение полярного фронта и с границей выпадения снега над северной Атлантикой. По Шотту средняя экваториальная граница снегопадов подходит на востоке океана к южному побережью Бискайского залива (см. рис. 64). Таким образом для всей области океана, лежащей между севером Пиренейского полуострова и югом Англии, зимний снег не очень частое, но нормальное явление, с чем плохо согласуется предположение о преобладании в этом районе тропического воздуха. Наконец, среднее положение полярного фронта Флорида—Ламанш не подтверждается данными о распределении облаков, осадков, скоростей ветра и штормов, позволяющих в совокупности судить о развитии циклонической деятельности. Значительное зимнее увеличение в районах Атлантического океана, лежащих севернее Гибралтара и значительно южнее Ламанша, средней облачности, вероятности слоистодождевых облаков и обложных осадков, скоростей ветра и штормовой деятельности говорит о том, что зимнее поло-

[1] Хромов С. П., 1940.

жение зоны полярного фронта над северо-востоком Атлантики простирается от мыса Гаттераса к югу Бискайского залива.

Косвенным подтверждением положения намечаемой нами зоны полярного фронта может служить близость к ней биологической границы (по Шотту), разделяющей тепловодные и холодноводные формы жизни на поверхности океана. Многочисленные мельчайшие представители растительного и животного мира, населяющие теплые тропические воды — улитки, летающие рыбы, а на западе океана (Вест-Индия) и кораллы, — сменяются севернее этой границы богатством птичьего мира и обилием массы планктона, при резком сокращении числа его форм (рис. 65).

Согласно с указанным положением границ, тропическая зона северной Атлантики простирается через весь океан и располагается у берегов Америки, примерно между 8 и 35° с. ш., на востоке же океана между 16 и 43° с. ш.

Крупнейшими попадающими в эту климатическую зону островами являются на востоке острова Зеленого мыса и Канарские, на западе Антильские.

Формирование морского тропического воздуха происходит здесь почти исключительно в системе устойчивого Азорского антициклона. Как показывает просмотр ежедневных карт погоды северного полушария, возникновение Азорского антициклона на средней карте давления обусловлено стабилизацией в районе Азорских островов непрерывно смещающихся через тропическую зону с запада на восток ядер высокого давления. Наибольшего развития Азорский максимум достигает в летнее время года. С мая по сентябрь ограничивающие его изобары тянутся через весь океан от берегов Африки до берегов Америки, причем почти во всей тропической зоне преобладают северо-восточные и восточные пассатные ветры восточной и южной его периферии. На северо-западе заметную роль приобретают также ветры южных румбов, связанные с западной периферией антициклона. Но устойчивость (повторяемость) этих ветров по направлению не превышает 25—40%, в то время как устойчивость основного пассатного потока, как правило, более 80%.

В зимнее время года, как видно при анализе карт преобладающих воздушных потоков, Азорский максимум значительно ослабевает и оттесняется в восточную часть океана, причем западные районы северной Атлантики выходят из-под его влияния. Преобладающими в это время на западе тропической зоны становятся северо-западные, а на северном берегу Мексиканского залива частично и северо-восточные муссонные потоки, оттекающие с континента Северной Америки по восточ-

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

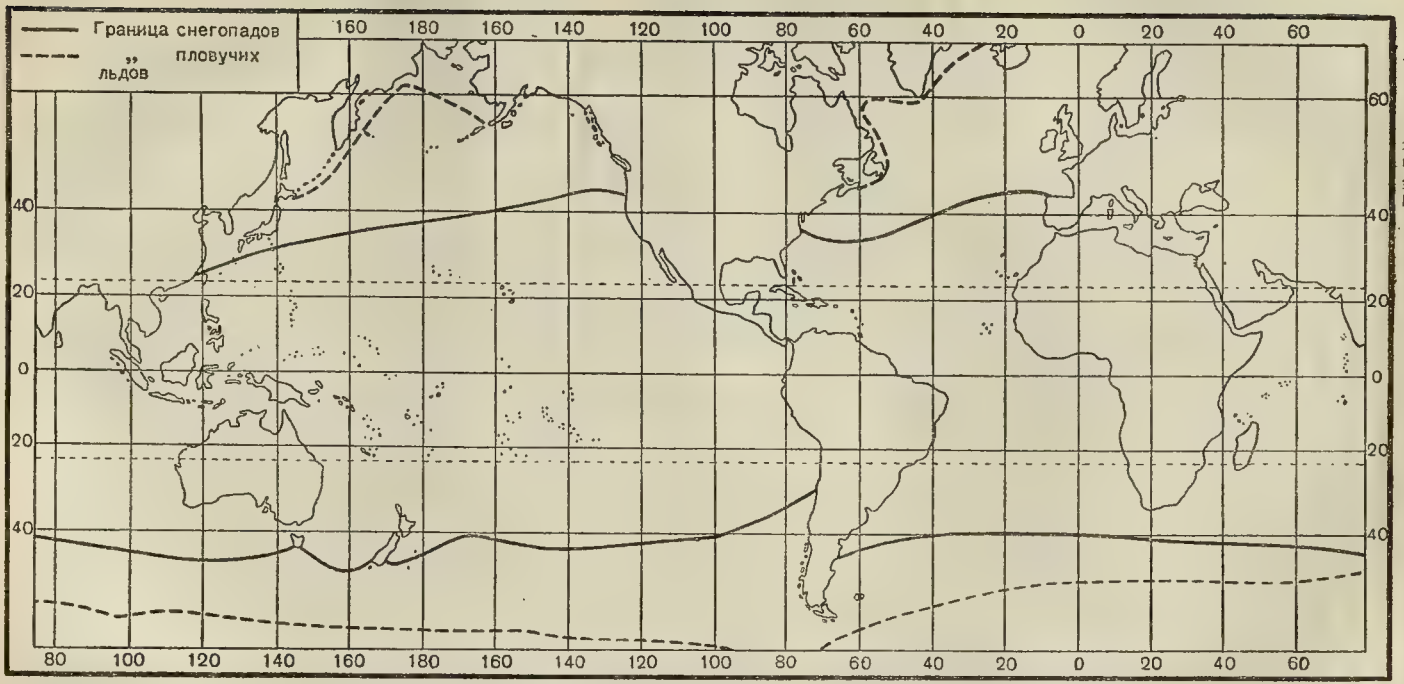


Рис. 64. Экваториальные границы снегопадов и пловучих льдов *(по Шотту)*.

ной и южной периферии формирующейся там зимой области высокого давления. Ветры эти, хотя и сравнительно мало устойчивы (40—60%), существенно влияют на зимний режим погоды в рассматриваемой области. Объясняется это тем, что приносимый ими воздух, имеющий континентальное происхождение, резко отличается по температуре от воздуха океанического происхождения. Однако при дальнейшем движении над теплыми водами Атлантики этот воздух довольно быстро трансформируется и приобретает свойства морского тропического, о чем можно судить хотя бы по высоким значениям здесь зимних температур (в среднем выше 15—16° С). Что касается восточной части тропической зоны, то здесь зимой, так же как и летом, сохраняется преобладание северо-восточных и восточных пассатных потоков, несущих морской воздух; так же как и летом, роль ветров южных румбов, оттекающих по западной периферии Азорского антициклона, здесь крайне невелика.

Скорости воздушных потоков в пассатной зоне наибольшие в зимнее время года (в среднем до 8—10 м/сек.) и наименьшие летом (3—6 м/сек.). Годовой ход скорости ветра в различных участках зоны в значительной степени определяется сезонными смещениями Азорского антициклона. Наиболее слабые ветры наблюдаются в течение всего года в центральных районах пассатной зоны, лежащих в пределах сезонных смещений центра антициклона. По мере же удаления от центральных районов к северу и к югу скорости ветра возрастают. Наиболее резкое их усиление наблюдается при этом на севере тропической зоны в зимнее время года, что связано с приближением полярного фронта.

В результате развивающейся на фронте циклонической деятельности, вероятность штормов (преимущественно северо-западного направления) вблизи северной границы тропической зоны достигает 10—15% случаев.

Вблизи южной границы зоны происходит возникновение тропических циклонов с ураганными ветрами (орканов); около 60% всех случаев возникновения тропических циклонов приходится на сентябрь и октябрь. Наиболее часто они наблюдаются на юго-западе тропической зоны, где в среднем отмечается 3 циклона в год (в отдельные годы от 2 до 11); на востоке же зоны препятствием для возникновения циклонов является низкое положение внутрипассатной инверсии. Пути циклонов идут преимущественно с востока на запад к берегам Вест-Индии и Мексиканского залива, в соответствии с циркуляцией по южной периферии Азорского антициклона (рис. 66). Далее они поворачивают на северо-восток и движутся примерно вдоль Гольфстрима, регенерируя в большинстве случаев в дальнейшем на полярном фронте. Вхождение циклонов на материк Северной Америки наблюдается лишь изредка.

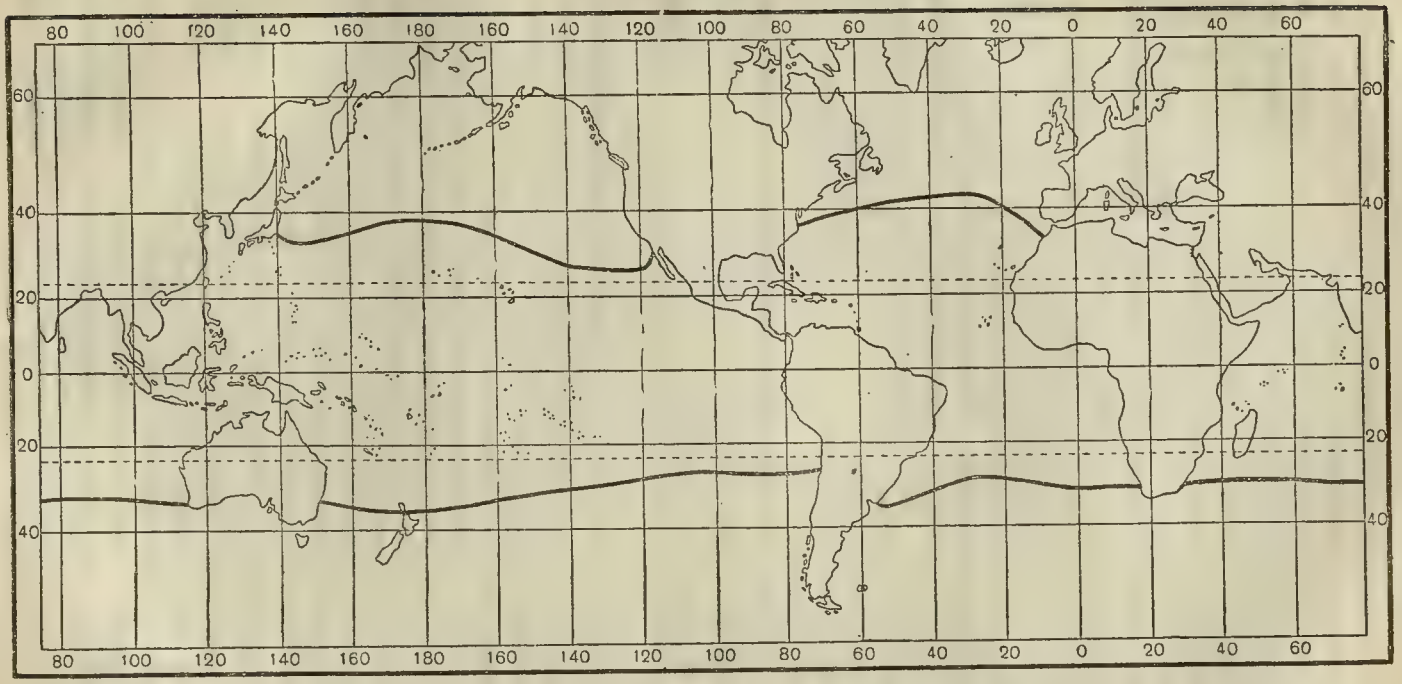


Рис. 65. Границы тепловодных и холодноводных форм жизни в поверхностных слоях океанов *(по Шотту)*.

Термические условия тропической зоны весьма существенно различаются в отдельных ее участках и в различные сезоны. Летом наиболее холодным является восточный участок, находящийся под влиянием северного потока, оттекающего по восточной периферии Азорского антициклона. Летняя температура морского тропического воздуха здесь не превышает 20° С. По мере дальнейшего движения пассатного потока на запад по южной периферии антициклона он быстро прогревается над теплыми водами Атлантики, и средняя температура воздуха летом на северо-востоке зоны составляет 26°.

К зиме распределение температуры в тропической зоне существенно меняется. Прогревание пассата, оттекающего к западу с поверхности холодного Канарского течения, происходит теперь лишь в центральных областях океана; западные же районы зоны, выходящие в это время года из сферы действия Азорского антициклона, оказываются под влиянием относительно холодного континентального воздуха, притекающего из Северной Америки. Поэтому западные районы океана, бывшие летом наиболее теплыми, к зиме становятся самыми холодными (12—13°); наиболее же теплой оказывается центральная его часть.

Термическая неоднородность зоны пассатов зимой значительно усиливается. Горизонтальные градиенты температуры по сравнению с летом возрастают здесь почти в два раза. Если летом изменения температуры воздуха по зоне укладываются в пределы 8° (20—28°), то зимой они достигают 14° (от 12 до 26°).

Годовой ход температуры воздуха наиболее резко выражен на западе океана. Наибольших значений годовая амплитуда температуры достигает на северо-западе зоны (12°), наименьших на юго-востоке (1—2°).

Важным климатообразующим фактором над океанами является распределение соотношений между температурой воздуха и поверхностных океанических вод, поскольку даже небольшие различия в этом отношении оказывают заметное влияние на интенсивность развития над океанами процессов конвекции. В тропической зоне северной Атлантики мы встречаемся с самыми различными как по величине, так и по знаку значениями указанных разностей. В восточной части океана, над холодным Канарским течением, воздух весь год остается теплее воды — зимой на 1°, летом на 1—2°. Это усиливает инверсию температуры на востоке океана и служит причиной почти полного отсутствия здесь конвекции.

В центральных районах океана летом температуры воды и воздуха оказываются довольно близкими, к зиме же вода становится здесь заметно теплее воздуха, что вызывает в этой области океана развитие конвекции. Наконец, на западе океана вода теплее воздуха в течение всего года, причем зимой,

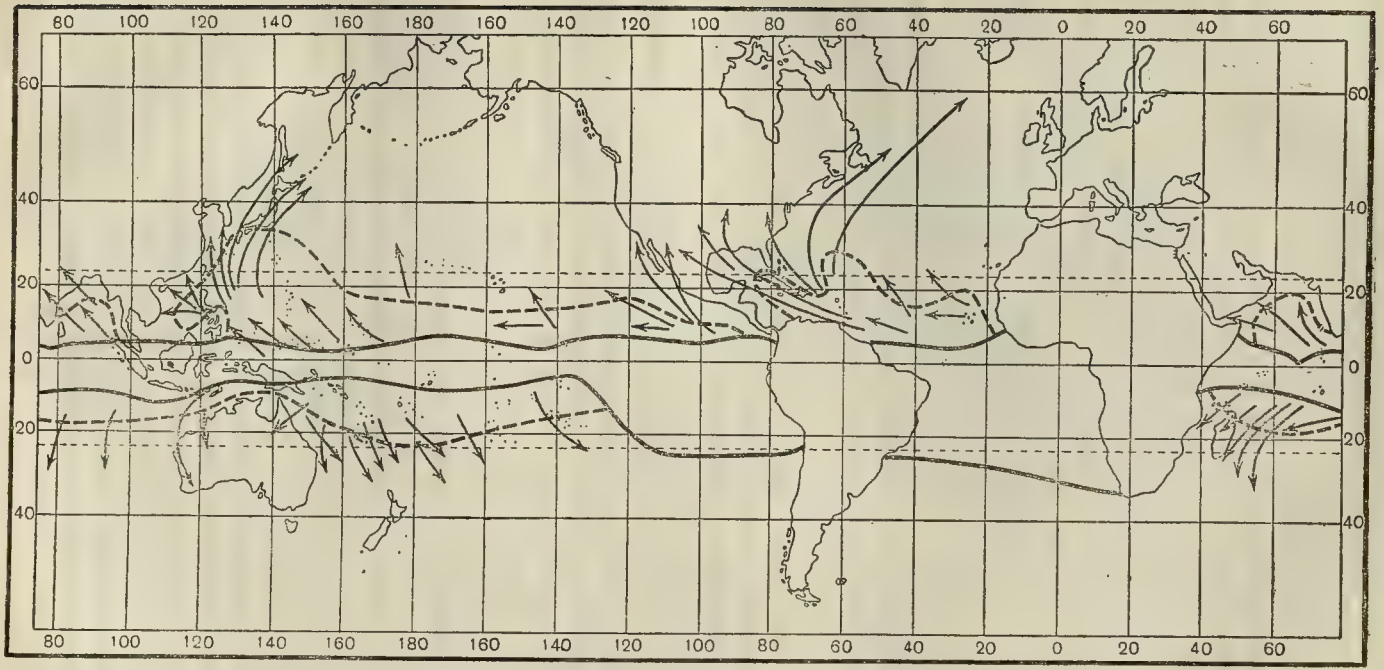


Рис. 66. Области зарождения и пути тропических ураганов *(по Шубарту)*.

Между сплошными линиями расположены области, где тропические ураганы отсутствуют; между сплошными и пунктирными линиями расположены области возникновения тропических ураганов; пути тропических ураганов показаны стрелками.

в связи с установлением холодного континентального муссона, положительные разности температур между водой и воздухом достигают здесь очень больших значений — свыше 4°. Однако вместо бурного усиления конвекции здесь наблюдаются преимущественно подинверсионные слоистые облака. Об устойчивой стратификации зимнего континентального муссона говорит также появление туманов. Являясь результатом конденсации в холодном воздухе испарений с поверхности теплой воды, эти туманы задерживаются над морем благодаря инверсии температуры, возникающей в континентальном потоке еще над материком Америки. При удалении от берегов в открытый океан туманы, связанные с инверсией, быстро исчезают. Ввиду преобладания в тропической зоне антициклонального режима погоды облака и осадки наблюдаются в ней главным образом конвективные. Особенно велика их роль зимой, когда вода относительно теплее воздуха. Циклоническая деятельность в тропической зоне над океаном приобретает значение лишь вблизи ее границ: летом вблизи южной и зимой вблизи северной.

Однако, хотя и в меньшей степени, циклонические возмущения наблюдаются и в центральных областях зоны пассатов. Эти возмущения связаны здесь с деятельностью не основных, но так называемых внутримассовых фронтов, возникающих при взаимодействии воздушных потоков, оттекающих по восточной и западной периферии двух соседних ядер повышенного давления (рис. 67).

Осадков в тропической зоне выпадает значительно меньше, чем в зоне экваториальных муссонов. Особенно мало осадков в восточной части зоны по причине крайне низкого положения внутрипассатной инверсии. Повторяемость дождливой погоды оказывается здесь менее 5%, а в весенне-летний период менее 1%.

В центральных районах океана внутрипассатная инверсия выражена значительно слабее, чем в восточных, и не препятствует развитию конвекции. Поэтому в то время как восточная часть пассатной зоны является как бы продолжением прибрежных пустынь Сахары, центральная ее часть отличается значительным развитием процессов образования облаков и осадков. Характерно, что наибольшая вероятность дождливой погоды (10—15%) отмечается при этом непосредственно в тех районах океана, где пассат переходит с холодного Канарского течения на теплую поверхность океана. При дальнейшем же движении пассатного потока к западу вероятность дождливой погоды в нем снова уменьшается. Возможно, что такое уменьшение при движении к западу вероятности выпадения осадков связано со снижением здесь внутрипассатной инверсии. Согласно наблюдениям на «Метеоре» в южной и отчасти в северной Атлантике внутрипассатная инверсия лежит наиболее высоко именно в центральных районах океана и снижается как

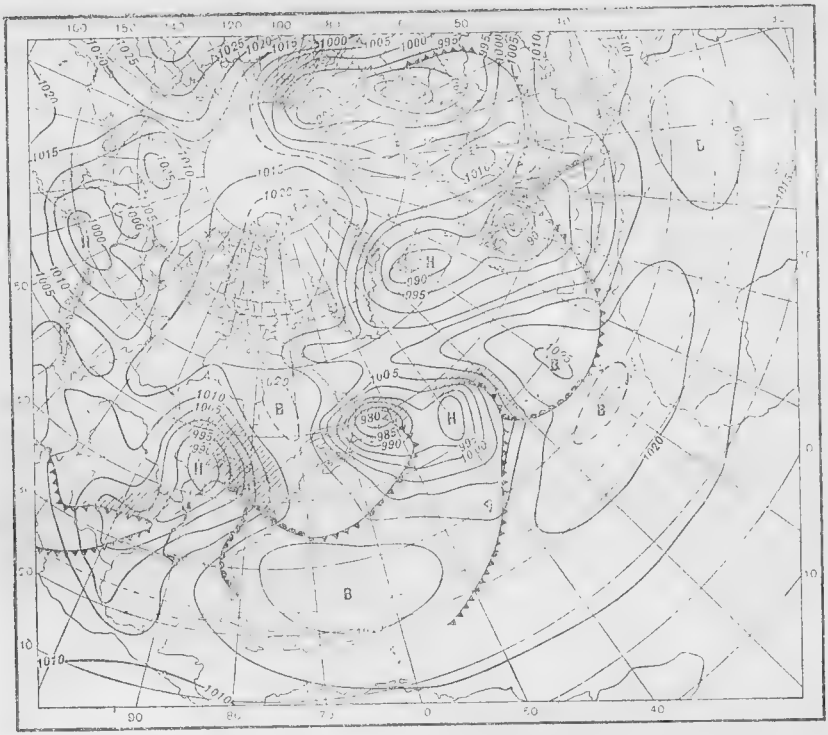


Рис. 67. Возникновение внутримассовых фронтов в тропической зоне Атлантики (8/II 1937 г.).

к востоку, так, хотя не столь сильно, и к западу. Но с уверенностью говорить об этом все же трудно, так как крайние западные районы северной Атлантики наблюдениями «Метеора», к сожалению, не были достаточно освещены (рис. 68).

Годовой ход осадков во всей тропической зоне выражен очень слабо. Наиболее отчетливо он проявляется на севере зоны, где летом вероятность осадков близка к 10%, зимой же достигает 15—20%.

Учитывая климатические особенности, связанные с условиями циркуляции и с влиянием подстилающей поверхности, в тропической зоне северной Атлантики можно выделить три климатические области:

1. Восточную область, где в течение всего года преобладает устойчиво стратифицированный поток восточной периферии динамического антициклона. Эта область отличается сравнительно низкой в течение всего года температурой воздуха, крайней скудностью осадков и довольно частым появлением мглы в результате прорыва на океан воздуха Сахары и накопления пыли под инверсией.

2. Центральную область, где преобладает неустойчиво

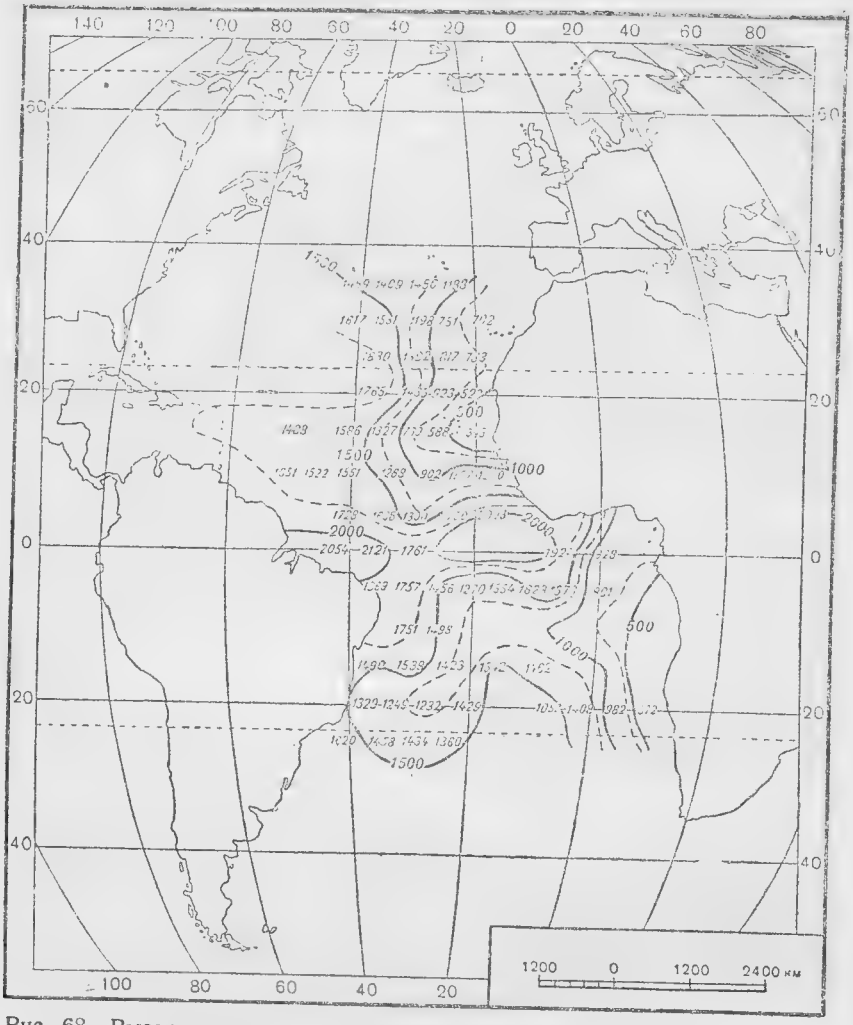


Рис. 68. Высота внутрипассатной инверсии над Атлантическим океаном *(по Фиккеру)*.

стратифицированный воздух. Отличается теплой и дождливой погодой в течение всего года.

3. Западную область, являющуюся летом продолжением центральной (ее западного района), зимой же попадающую под влияние устойчиво стратифицированного, сухого и холодного континентального муссона. Эта область отличается значительным годовым ходом температуры, бедностью осадками и появлением зимой туманов испарения. Эта же область наиболее часто посещается тропическими ураганами в связи со сближением здесь их траекторий.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Так же как и в тропической зоне северной части Атлантического океана, в южной Атлантике климатические условия зоны пассатов определяются в течение всего года почти исключительно свойствами теплого и влажного морского тропического воздуха. Формирование морского тропического воздуха южного полушария происходит в системе устойчивого динамического антициклона южной Атлантики из воздуха южных антипассатов и из воздуха умеренных широт, прорывающегося в тылу циклонов южного полярного фронта. Положение полярного фронта зимой и определяет южную границу тропической зоны в южном полушарии. На зимней (август) карте распределения преобладающих воздушных потоков полярный фронт отчетливо выявляется в западной части океана как линия сходимости северо-восточного потока тропического воздуха и юго-западного потока воздуха умеренного пояса. Так как в центральных и восточных районах южной Атлантики в поле преобладающих ветров положение полярного фронта не выявляется достаточно четко, то здесь установить его можно главным образом по резкому усилению на юге циклонической деятельности. За отсутствием для южного полушария карт повторяемости циклонов судить об указанном усилении циклонической деятельности можно по ряду сопровождающих признаков: по усилению скорости ветра при одновременном уменьшении его устойчивости, по направлению, по увеличению повторяемости штормовых ветров и, наконец, по увеличению повторяемости облачной и дождливой погоды с преимущественным возрастанием повторяемости обложных облаков и осадков [1].

Намечаемая таким образом граница тропической зоны лежит примерно вдоль 35° ю. ш. Косвенным подтверждением намеченного положения границы тропической зоны является так же, как и в северном полушарии, близость ее к биологической границе (по Шотту), разделяющей тепловодные и холодноводные формы поверхностной жизни. Летающие рыбы, морские черепахи, улитки, моллюски, физалии и многочисленные другие организмы, населяющие поверхностные слои теплых тропических вод, к югу от границы тропической зоны исчезают, сменяясь пловучими водорослями, обилием планктона (при исчезновении его тепловодных форм) и богатством птичьего мира (альбатросы, буревестники, чайки, близ африканских берегов — пингвины) (рис. 65).

Северная граница тропической зоны южной Атлантики не связана с каким-либо определенным фронтальным разделом, поскольку Атлантический тропический фронт, как отмечалось

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

выше, располагается в течение всего года в северном полушарии. В восточной части океана пассатная зона южной Атлантики граничит с экваториальной зоной, в западной же части — с зоной экваториальных муссонов южного полушария (см. рис. 62). В обоих этих случаях северная граница тропической зоны может быть намечена лишь как граница трансформации морского тропического воздуха в экваториальный. Признаками, помогающими установить ее положение, являются увеличение облачности и осадков конвективных форм, а также одновременное ослабление скорости ветра.

Таким образом зона тропического воздуха южного полушария простирается с запада на восток через весь Атлантический океан, располагаясь примерно между 3—5° ю. ш. на севере и 35° ю. ш. на юге. Господствующими воздушными потоками в большей части тропической зоны южной Атлантики в течение всего года являются юго-восточные пассаты, оттекающие по восточной и северной периферии динамического антициклона. Устойчивость (в смысле повторяемости) этих ветров очень велика (более 80%) и значительно превышает устойчивость пассатов северной части Атлантического океана. Вблизи острова Вознесения лежат пространства океана, где кроме юго-восточных ветров никакие другие вообще не отмечались [1].

Господство юго-восточных пассатов не распространяется, однако, на юго-западный участок тропической зоны, где в течение всего года преобладают северо-восточные и северные потоки западной периферии динамического антициклона. Устойчивость этих ветров значительно меньше, чем устойчивость юго-восточного пассата, и составляет всего 40—60%, а местами и менее 40%.

Скорости ветра по всей тропической зоне близки летом в среднем к 4—6 м/сек., зимой же к 5—7 м/сек. Наибольшей силой обладают при этом юго-восточные пассатные ветры; в 70% случаев скорости их превышают 5 м/сек. Зимой, когда положение полярного фронта наиболее северное и развитие на нем циклонической деятельности протекает наиболее интенсивно, средние скорости ветра на юге тропической зоны достигают 8 м/сек., вероятность же штормов превышает 10% случаев. Преобладающими направлениями штормов являются южные и юго-западные, т. е. соответствующие холодным ветрам тыла полярнофронтовых циклонов. Поскольку тропический фронт над Атлантикой образуется только в северном полушарии, тропические ураганы, являющиеся климатической особенностью пассатной зоны северной Атлантики, в южной части Атлантического океана не наблюдаются. Годовой ход температуры по всей южноатлантической зоне пассатов весь-

[1] Воейков А. И., 1884.

ма невелик. Особенно малы годовые амплитуды температуры на севере зоны — не более 2—3°. К югу они несколько возрастают (до 4—5° С), что объясняется как влиянием радиационных факторов, так и прорывами холодного воздуха умеренного пояса. Изотермы как воды, так и воздуха располагаются в рассматриваемой зоне с юго-запада на северо-восток, т. е. восточная часть зоны является более холодной, чем западная. Такое распределение температуры объясняется поступлением на востоке холодных южных воздушных потоков восточной периферии Южноатлантического динамического антициклона, в то время как на западе преобладают воздушные течения, уже прогревшиеся за счет длительного пути над теплым океаном. Кроме того, в восточной части тропической зоны сказывается влияние холодного Бенгуэльского течения, доходящего почти до экватора. В западной же части тропической зоны имеет место теплое Бразильское течение, воды которого почти на 1° теплее пассата. Наиболее холодным участком тропической зоны в течение всего года является ее юго-восток. Здесь даже летние температуры воздуха не превышают в среднем 19—20°, зимние же составляют всего 13—14°. В то же время в наиболее теплом, северо-западном участке зоны температуры воздуха зимой составляют 18—19°, а летом достигают 26—27° С.

Осадков в тропической зоне южной Атлантики, так же как и в северном полушарии, выпадает не особенно много. Наиболее бедна осадками восточная часть зоны в связи с наличием температурной инверсии. Вероятность дождливой погоды вблизи Бенгуэльского побережья менее 1%. В западной части тропической зоны осадков выпадает хотя тоже немного, но все же значительно больше, чем на востоке. Вероятность дождливой погоды составляет здесь летом 5—10%, зимой же 10—15%, причем зимний максимум осадков обусловлен усилением к зиме как конвективных, так и фронтальных процессов.

По характеру облаков и осадков, наблюдающихся в западной половине тропической зоны, существенно различаются ее северо-западный и юго-западный участки. На северо-западе зоны, где пассат попадает на теплые воды океана, в течение всего года преобладают облака и осадки конвекции. «Длительные» (фронтальные) осадки наблюдаются здесь в 3—4 раза реже внутримассовых, причем связаны они с деятельностью не основных, а внутримассовых фронтов (см. рис. 67). В то же время на юго-западе тропической зоны, где распространяется воздух западной периферии динамического антициклона, прогревшийся за время пути над теплым океаном и двигающийся к югу, в более высокие широты, конвекция развита весьма слабо. Преобладающими здесь являются слоистодождевые облака и длительные осадки, связанные с циклонической деятельностью как внутримассовых фронтов, так и

приближающегося зимой к южной границе зоны главного полярного фронта.

В тропической зоне южной Атлантики следует таким образом выделить две климатические области:

1. Восточную область, где весь год преобладают потоки устойчиво стратифицированного морского тропического воздуха, оттекающие над холодным Бенгуэльским течением. Отличается сравнительно низкими в течение всего года температурами воздуха и крайней бедностью осадками.

2. Западную область, где преобладает неустойчиво стратифицированный воздух. Отличается от восточной более высокими температурами воздуха и более частым выпадением дождей.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

В субтропических областях над океанами летом преобладает теплый и влажный тропический воздух, зимой же воздух умеренного пояса относительно холодный. Положение зоны субтропиков определяется средними пределами сезонных смещений зоны полярного фронта. Таким образом примерными границами субтропической зоны над северной Атлантикой являются летнее и зимнее положения Североатлантического полярного фронта. Южная граница зоны субтропиков, являющаяся одновременно северной границей зоны пассатов, как было указано выше, проходит от мыса Гаттерас на юг Бискайского залива. Летнее положение фронта, определяющее северную границу зоны, довольно отчетливо выражено в поле преобладающих воздушных потоков на сентябрьской карте. Фронт этот выявляется как линия сходимости юго-западных потоков, оттекающих по западной и северной периферии Азорского антициклона, и западных потоков, оттекающих по южной периферии Исландской депрессии. Другими признаками, позволяющими судить о летнем положении над Атлантикой полярного фронта, является значительное усиление на севере океана повторяемости циклонов и как следствие усиление скоростей ветра, штормовой деятельности, а также увеличение облачности и повторяемости осадков, преимущественно обложных[1].

Однако не следует забывать, что как максимальная повторяемость циклонов, так и максимальное развитие всех сопровождающих признаков имеют обычно место не вблизи среднего положения фронта, но значительно севернее, особенно в восточной части океана. С учетом этого северная граница зоны субтропиков намечается нами примерно от Галифакса на Брест. Таким образом субтропическая зона северной части

---

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

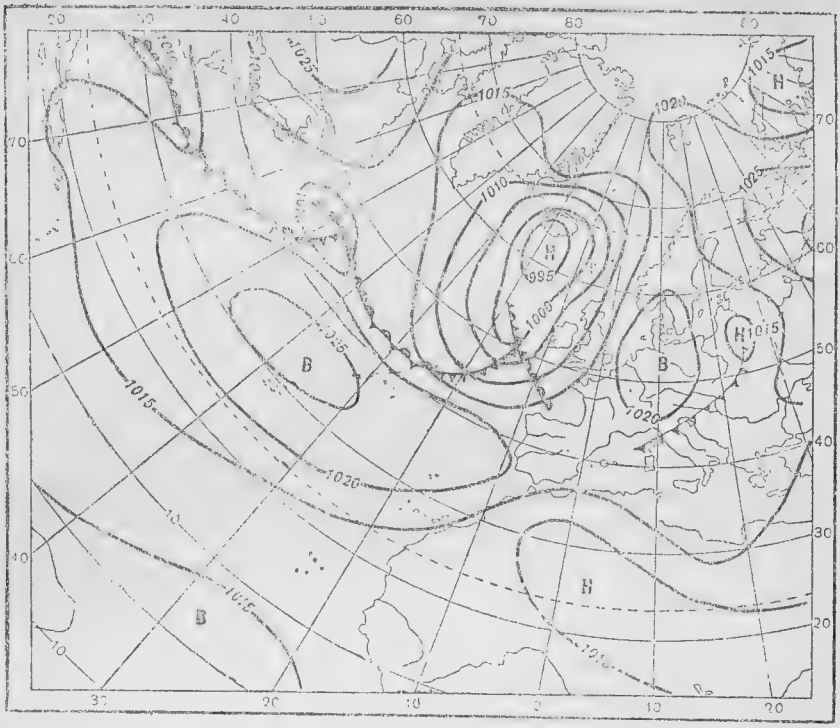


Рис. 69. Типичные синоптические условия летнего периода в северной Атлантике (20/VIII 1930 г.) (из синоптических карт США).

Атлантического океана лежит примерно между 36 и 45° с. ш. на западе и между 43 и 48° с. ш. на востоке океана, включая в себя и Азорские острова (см. рис. 70).

В летнее время года основным процессом, происходящим в рассматриваемой зоне, является развитие Азорского антициклона в северном направлении (рис. 69). Как можно видеть при анализе ежедневных карт погоды северного полушария, пути циклонов полярного фронта лежат летом в основном севернее зоны субтропиков, и устойчивость антициклонального режима погоды в зоне весьма велика. Правда, отдельные случаи прорывов в область антициклона циклонических возмущений наблюдаются даже в середине лета, но после каждого из таких прорывов Азорский максимум быстро восстанавливается, пополняясь за счет вторжений холодного воздуха в тылу циклонов. Преобладающими воздушными потоками являются летом юго-западные и западные, а на востоке северо-западные, оттекающие по северо-восточной периферии области высокого давления. Устойчивость этих потоков по направлению составляет 40—60% в середине лета и 25—40% в начале и конце сезона. Средние летние скорости ветра в суб-

тропической зоне не превышают 3—6 м/сек. Самые слабые ветры отмечаются при этом в южной части зоны, лежащей ближе к центральной полосе области высокого давления и наиболее удаленной от основных путей циклонов. В силу преобладающего направления переноса воздуха на западе океана с юга на север и на востоке с севера на юг восточная часть субтропической зоны оказывается летом холоднее западной. Это различие особенно резко выражено на юге, где северная слагающая в потоке восточной периферии антициклона — наибольшая. Поэтому летние температуры воздуха на юго-востоке зоны субтропиков не превышают в среднем 19—20° С, в то время как на западе в тех же широтах они составляют 24—25° С.

Существенной климатической особенностью летнего периода в субтропической зоне являются относительно низкие по сравнению с воздухом температуры поверхностных вод океана. На востоке зоны течение, дающее начало Канарскому, холоднее воздуха в среднем на 1°, в центральных районах зоны температуры воды и воздуха несколько сближаются, на западе разность температур снова возрастает, что связано уже с влиянием холодного Лабрадорского течения. Таким образом во всей зоне субтропиков условия летнего периода неблагоприятны для развития конвекции, и так как в силу преобладания антициклонального режима погоды развитие в субтропической зоне фронтальных процессов в это время года также крайне невелико, то осадков здесь летом выпадает немного. Меньше всего летних осадков (около 5% повторяемости) выпадает на востоке субтропической зоны, где наиболее низко положение внутрипассатной инверсии. Однако некоторое снижение вероятности дождливой погоды (до 10%) отмечается и в западной части зоны, где увеличение устойчивости стратификации воздуха связано с влиянием холодного Лабрадорского течения. Важным признаком этой устойчивости являются также частые летние туманы. Вероятность туманов достигает на западе зоны субтропиков 20%, к северу же, за пределами зоны, оказывается еще большей.

С сентября — октября Азорский антициклон начинает сокращаться в своих размерах. Центр его при этом несколько смещается к юго-востоку. Поэтому к зиме субтропическая зона почти полностью (за исключением крайних восточных районов) выходит из сферы влияния антициклона. При просмотре ежедневных карт погоды северного полушария бросается в глаза, что случаи разрыва области высокого давления циклоническими возмущениями становятся все чаще и чаще. Движение возникающих циклонов происходит преимущественно с юго-запада на северо-восток, от берегов Америки к берегам Европы. Усиление циклонической деятельности приводит к резкому возрастанию скорости ветра (в среднем до 8—10 м/сек.).

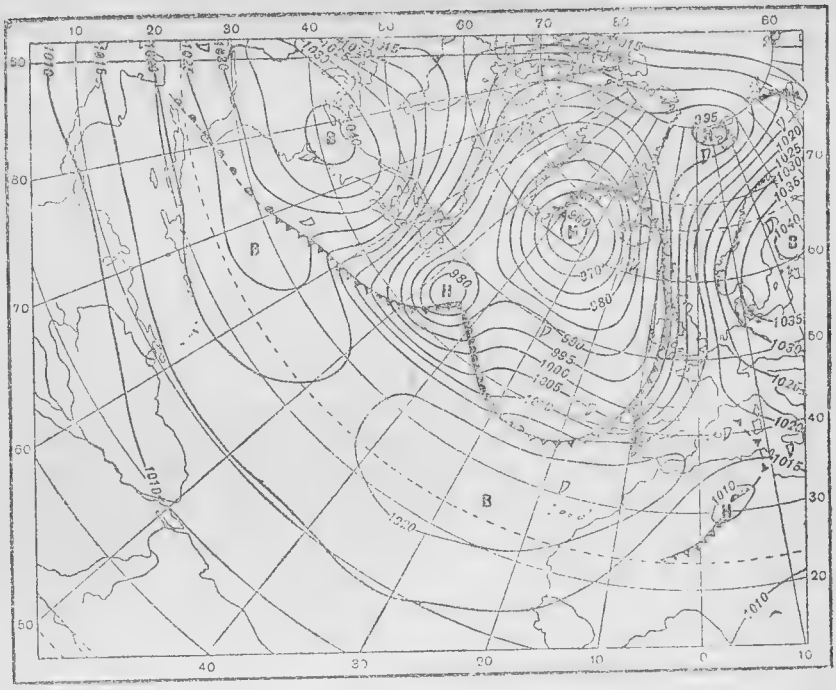


Рис. 70. Типичные синоптические условия зимнего периода в северной Атлантике (9/I 1913 г.) (из синоптических карт США).

Западные и северо-западные ветры тыла циклонических возмущений нередко достигают здесь даже штормовой силы, особенно часто (до 20% повторяемости) на севере зоны.

Зима в субтропической зоне отличается неустойчивостью погоды. Наиболее изменчив в этом отношении конец зимы (февраль — март), когда нередко, наряду с днями штормовой циклонической деятельности, встречаются спокойные дни.

Преобладающей воздушной массой зимой в зоне субтропиков является воздух умеренного пояса, распространяющийся преимущественно в тылу полярнофронтовых циклонов (см. рис. 70). На западе этот воздух преимущественно американского происхождения, поступающий с северо-запада по восточной периферии канадских антициклонов.

В связи с низкими температурами этого потока наиболее холодной оказывается зимой не восточная часть субтропической зоны, как это имеет место летом, но западная (где устанавливается континентальный муссон). Особенно низки зимние температуры (в среднем 3°) на северо-западе зоны, тогда как на северо-востоке они составляют в среднем 7° С, а на юго-востоке даже 13—14°С.

Влиянием зимнего муссона (как его температуры, так и направления) можно объяснить и тот факт, что средняя граница плавучих льдов, лежащая на востоке океана далеко к северу за полярным кругом, на западе океана спускается до широты субтропиков (см. рис. 64). Вследствие этого, в то время как восточная часть субтропической зоны совершенно свободна от льда, в северо-западные ее районы водными течениями нередко выносятся как айсберги, доходящие в холодные годы иногда до южных границ зоны, так отчасти и льды морского происхождения. Термические контрасты во всей субтропической зоне к зиме резко возрастают. Наибольшие горизонтальные градиенты температуры (в среднем 1° на градус меридиана) возникают при этом в западной области зоны.

Существенные особенности зимнего режима погоды связаны с тем, что зимой поверхность воды оказывается повсюду теплее воздуха. На востоке океана зимние положительные разности температур между водой и воздухом не превышают, правда, $^1/_2$°, но в центральных районах океана над Гольфстримом они доходят до 2—3° С, на западе же, в области господства холодного зимнего муссона, достигают 4°. Однако при общем возрастании зимой в субтропической зоне конвективных процессов, именно на западе они развиты крайне слабо. Препятствием для развития конвекции служит здесь, повидимому, наличие в потоке прежнего континентального воздуха низкой инверсии температуры, возникающей в нем еще в очаге формирования над холодным материком. Поэтому, несмотря на очень большую на западе положительную разность температур «вода — воздух», облака кучевых форм наблюдаются здесь заметно реже, подинверсионные же слоистые облака значительно чаще, чем в других участках зоны субтропиков. Влиянием инверсии следует объяснять также возникновение на западе зоны зимних туманов (повторяемость 5%), появляющихся близ восточных берегов Северной Америки еще в тропических широтах (см. главу — «Тропическая зона северного полушария»). Следствием устойчивой стратификации зимнего муссона является и незначительное на западе зоны количество зимних осадков. Вероятность их здесь, так же как и летом, не превышает 10%.

Во всех остальных районах зоны субтропиков вероятность выпадения осадков от лета к зиме возрастает весьма значительно, что обусловлено усилением зимой как фронтальных, так и конвективных процессов. Наиболее часто (повторяемость 20%) осадки выпадают в центральных районах океана, в связи с наиболее частыми здесь прохождениями циклонических возмущений, а отчасти и с наименее устойчивой здесь стратификацией воздуха (роль теплого течения Гольфстрима). В восточных же, и особенно юго-восточных, районах зоны, находящихся под воздействием северной периферии Азорского анти-

циклона и лежащих в стороне от основных циклонических путей, вероятность зимних осадков снижается до 10%.

Важной особенностью зимнего режима осадков в субтропической зоне является и то, что с декабря по март они в значительной части выпадают в виде снега. Реже всего снег наблюдается на юго-востоке зоны, где в твердом виде выпадает лишь 0,1 всех осадков. Но в наиболее холодном северо-западном участке зоны в виде снега выпадает уже большая часть всех зимних осадков.

Учитывая особенности летнего и зимнего режимов погоды, в субтропической зоне северной Атлантики следует выделить три климатические области:

1. Западную область, где господствует муссонный режим. Летом здесь преобладает устойчиво стратифицированный поток теплого и влажного морского тропического воздуха, зимой же устойчиво стратифицированный поток сухого и холодного континентального воздуха умеренной зоны. Область эта отличается теплым, бедным осадками, туманным и мглистым летом и холодной (нередко сюда заходят даже айсберги), малоснежной, ветреной, с частыми штормами зимой. Важной климатической особенностью этой области является возможность появления в ней тропических ураганов.

2. Центральную область, где летом воздух стратифицирован сравнительно устойчиво, зимой — неустойчиво. Отличается теплым, дождливым летом и теплой, обильной осадками, ветреной, с частыми штормами зимой. В годовом ходе максимум осадков приходится здесь на зиму. Выпадают зимние осадки преимущественно в виде дождя, но бывает и снег.

3. Восточную область, в которой летом преобладает весьма устойчивый, относительно холодный морской тропический воздух в антициклонах, зимой же — неустойчиво стратифицированный морской воздух умеренных широт в циклонической циркуляции. Отличается сравнительно холодным, сухим и мглистым летом и теплой, дождливой и ветреной (нередко наблюдаются штормы) зимой.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Так же как и северные субтропики, субтропическая зона южной Атлантики характеризуется преобладанием летом тропического и зимой воздуха умеренных широт, располагаясь таким образом в пределах сезонного смещения южноатлантического полярного фронта. Среднее зимнее положение этого фронта, определяющее северную границу зоны субтропиков, лежит примерно вдоль 35° ю. ш. (см. тоже в зоне тропического воздуха южного полушария). Среднее же летнее его положение, а следовательно и южная граница субтропической зо-

ны, могут быть намечены главным образом по усилению на юге Атлантики летней циклонической деятельности. За отсутствием для южного полушария карт повторяемости циклонов, судить об этом усилении можно по возрастанию на юге скоростей ветра и повторяемости штормов, а также по увеличению средней облачности и вероятности дождливой погоды. В западной части южной Атлантики летнее положение полярного фронта выявляется также и в поле преобладающих ветров (на мартовской карте) как линия сходимости северо-западного потока южной периферии динамического антициклона и западного потока северной периферии полосы пониженного давления умеренных широт. Ориентировочно положение фронта может быть намечено у 40° ю. ш. на востоке океана и близ 45° ю. ш. у берегов Южной Америки. Таким образом зона субтропиков простирается через южную часть Атлантического океана примерно между 35 и 45° ю. ш.

В летнее время года вся рассматриваемая зона занята преимущественно морским тропическим воздухом, циркулирующим в системе Южноатлантического динамического антициклона. В западных районах зоны преобладающими являются ветры северных румбов, в центральных районах — северо-западные, на востоке — юго-западные. Устойчивость всех этих потоков по направлению 40—60%. Сила их 6—8 м/сек., с некоторым ослаблением (до 5—6 м/сек.) на западе океана, где преобладают потоки западной периферии антициклона. По этой же причине западный участок субтропической зоны является летом и наиболее теплым: летние температуры составляют здесь 20—23°. На востоке зоны, где летом преобладают потоки южного происхождения, в морском тропическом воздухе температуры значительно более низки, особенно на юге (около 16° С).

Летние температуры подстилающих вод океана в большей части зоны субтропиков превышают температуру воздуха и лишь на западе зоны воды Фальклендского течения оказываются холоднее воздуха почти на градус. Конвекция развита здесь слабо в связи с наличием антициклональной инверсии, и основные пути циклонов лежат в это время года значительно южнее; поэтому общая вероятность дождливой погоды в субтропической зоне летом относительно невелика. Более или менее часто осадки выпадают лишь в центральных районах океана (10—15% повторяемости).

Особенностью летнего периода в субтропической зоне являются туманы и мгла. Мгла наблюдается главным образом на западе и востоке океана (5—10%). Появление мглы здесь обусловлено выносом пыли с континентов и скоплением ее в нижних слоях атмосферы (благодаря устойчивой стратификации воздуха и редкому выпадению осадков).

К зиме условия в субтропической зоне изменяются. Вместо

тропического воздуха преобладающим становится воздух умеренных широт и получают преобладание западные ветры.

Антициклональный режим погоды, господствующий в субтропической зоне летом, зимой сменяется усиленной циклонической деятельностью на полярном фронте. Поэтому зимой резко возрастает скорость ветра, усиливается штормовая деятельность, увеличивается повторяемость осадков. За исключением западного участка, сила ветра составляет зимой в среднем 8—10 м/сек. и в 10—15% случаев (за исключением западных районов) ветры достигают силы штормов. По своей силе штормы южной Атлантики нередко превосходят штормы северного полушария и напоминают тропические ураганы. Так, во время экспедиции «Метеора» в июле 1925 г. вблизи южной границы зоны (у 41° ю. ш.) был прослежен шторм, продолжавшейся более 18 часов подряд со средней силой более 20 м/сек. Зимние штормы чаще всего имеют юго-западное направление, т. е. являются холодными вторжениями в тылу полярнофронтовых циклонов. Нередко эти штормы сопровождаются выпадением снега, хотя, как правило, зимние осадки в зоне субтропиков жидкие, и средняя граница снегопадов лишь приближается к южной границе зоны. Вероятность дождливой погоды в зимнее время года достигает в субтропической зоне 15—20%.

Интересно указать, что айсберги в зону субтропиков южного полушария даже зимой, как правило, не выносятся (за редкими исключениями), и средняя граница пловучих льдов лежит много южнее южной границы зоны (рис. 72).

В субтропической зоне южной Атлантики следует различать три климатические области:

1. Западная область. Летом здесь преобладает морской тропический, зимой же морской воздух умеренных широт. Эти воздушные массы приобретают устойчивую стратификацию над холодными водами Фальклендского течения. Отличительные климатические особенности этой области — сравнительно слабые ветры, значительный годовой ход температуры и сравнительная бедность осадками, особенно летом.

2. Центральная область, где преобладают воздушные массы, неустойчиво стратифицированные. Отличается сравнительно теплым, дождливым, туманным летом и теплой же, дождливой, ветреной, с частыми штормами зимой. Максимум осадков зимний, обусловленный усилением как фронтальных, так и конвективных процессов.

3. Восточная область, где летом преобладает устойчиво стратифицированный тропический воздух юго-восточной периферии динамического антициклона, зимой же — неустойчиво стратифицированный воздух умеренной зоны в циклонической циркуляции. Отличается прохладным, сухим летом и дождливой, ветреной, с частыми штормами зимой.

УМЕРЕННАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Границы этой климатической зоны определяются зимним положением арктического фронта и летним положением полярного фронта. Над северной Атлантикой летнее положение полярного фронта выявляется довольно отчетливо, как указывалось ранее, примерно от Галифакса на Брест. Среднее зимнее положение атлантического арктического фронта установить труднее. По С. П. Хромову и другим данным арктический фронт зимой проходит по ложбине Исландской депрессии от центральных районов Лабрадора к северным берегам Норвегии. Таким образом на западе океана умеренная зона северной Атлантики лежит примерно между 45 и 58° с. ш., на востоке же она значительно расширяется и от берегов северной Франции простирается далеко к северу за полярный круг.

Преобладающим процессом в умеренной зоне в течение всего года является циклоническая деятельность на полярном, а зимой и на арктическом фронтах. Нередко на полярном фронте на западе Атлантики происходит также и регенерация орканов Вест-Индии. Бо́льшая часть циклонических траекторий лежит при этом вдоль течения Гольфстрима, как известно, называемого моряками «королем бурь». Некоторое замедление движения циклонов нередко наблюдается в районе Исландской барической депрессии.

Летом Исландская депрессия развита сравнительно слабо и оказывает влияние лишь на северо-восточный участок умеренной зоны. Большая же часть зоны попадает в этот период года в систему циркуляции Азорского антициклона. На западе зоны летом преобладают юго-западные ветры западной периферии Азорского антициклона, на востоке же — западные ветры северной его периферии. Устойчивость (повторяемость) тех и других составляет 40—60%. Сила их в среднем 4—7 м/сек., причем наиболее сильные ветры отмечаются в центральных районах океана, где часто наблюдается углубление циклонов. Изотермы воздуха идут летом в умеренной зоне с юго-запада на северо-восток. Отчасти это объясняется влиянием холодного Лабрадорского течения на западе и влиянием Гольфстрима в центральных и восточных районах океана. Но если бы распределение температур воздуха зависело лишь от термики подстилающей поверхности, то температурные различия между западом и востоком умеренной зоны должны были бы к северу выравниваться. Однако в действительности это не так — если вблизи южной границы зоны западные районы холоднее восточных не более чем на 1—2°, то на 58° с. ш. они холоднее уже на 5—6° С. Основной причиной снижения температур на северо-западе Атлантики являются вторжения арктического воздуха, частые на западе и сравнительно редкие на востоке.

Так как летом во всей умеренной зоне Атлантики вода холоднее воздуха, то конвекция развита здесь весьма слабо. Облака слоистых форм наблюдаются в 4 раза чаще кучевых. Наиболее велика вероятность дождливой погоды (15—20%) в центральных районах океана. На западе и востоке зоны вероятность летних осадков не превышает 10%. Характерной чертой летнего периода в умеренной зоне являются также туманы, которые особенно часты (до 30%) на западе зоны (близ Ньюфаундленда), где юго-западные ветры, теплые и влажные, распространяются над холодным Лабрадорским течением. Нередко здесь наблюдались случаи движения корабля в сплошном тумане по целым суткам подряд. Особенностью ньюфаундлендских туманов является большая их плотность, густота и мощность (100—150 м над уровнем моря).

Зимой циклоническая деятельность во всей умеренной зоне резко усиливается, что связано с обострением фронтов арктического и полярного. Наибольшее число циклонов проходит над Атлантикой в умеренной зоне с ноября по январь. Зимой, как и летом, преобладают западные ветры, причем сила их резко возрастает. В среднем скорости ветра зимой достигают 8—11 м/сек. В центральных районах океана, где циклоническая деятельность наиболее интенсивна, повторяемость штормов составляет 25%.

Распределение температуры зимой в умеренной зоне в общих чертах напоминает летнее. Западная часть зоны является, как и летом, значительно более холодной, чем восточная. К причинам, действующим летом (роль вторжений арктического воздуха и влияние холодного Лабрадорского течения), зимой прибавляется новый мощный фактор — холодный континентальный муссон, оттекающий по восточной периферии Канадского антициклона, отчего температурные различия между западом и востоком зимой еще усиливаются. На юго-востоке умеренной зоны зимние температуры близки к 10°, на юго-западе они не превышают 1—2°. Но в то же время, в отличие от летних условий, зимой при движении к северу термический контраст между западом и востоком несколько сглаживается.

Влиянием на западе континентального муссона, оттекающего с севера, отчасти объясняется и то, что западная часть умеренной зоны весьма часто (особенно к концу весны) посещается плавучими льдами. Последние выносятся Лабрадорским течением и, как выше было отмечено, заходят зимой на западе океана даже в субтропические широты. В то же время в восточной части океана, под влиянием теплого течения Гольфстрима, а также в силу условий атмосферной циркуляции, льды не спускаются зимой южнее северной границы умеренной зоны.

Важное климатическое значение имеет тот факт, что зимой во всей умеренной зоне подстилающие поверхностные воды океана везде теплее воздуха. Наибольшие положительные раз-

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/с.	Вероятность штормов %	Облачность %	Вероятн. осадк в %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха, С°	Разности т-р вода—воздух, С°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Экваториальная		XII—II	Ю, ЮЮЗ	3—5	0—1	50—60	5—10	0—1	26,0—27,0	0,5
		III—V	Ю	3—4	0—1	50	15	0—1	27,5—28,0	0,5
		VI—VIII	Ю, ЮЮЗ	3—5	0—1	50—60	10	0—1	27,5—25,0	0,5
		IX—XI	ЮЮЗ	3—5	0—1	60	10—20	0—1	24,5—26,5	0,7
Экваториальных муссонов северного полушария	Западная	XII—II	СВ	4—7	0—1	50—60	15—25	0—1	25,0—27,5	—0,5
		III—V	СВ	4—7	0—1	50—60	15—25	0—1	25,0—27,5	—1,0
		VI—VIII	ЮВ	3—4	0—1	50	15—25	0—1	27,0—27,5	—0,5
		IX—XI	ЮВ	3—4	0—1	50	15—25	0—1	27,0—28,0	—0,5
	Восточная	XII—II	С, СВ	3—6	0—1	40—50	1—5	0—1	23,0—24,5	—0,8
		III—VI	СВ	3—6	0—1	40—50	1—5	0—1	25,0—27,5	—1,0
		VI—VIII	ЮЗ	3—4	0—1	60	15—25	0—1	26,5—27,5	—0,5
		IX—XI	ЮЗ, СВ	3—4	0—1	50	15—20	0—1	27,0—28,0	—0,5
Экваториальных муссонов южного полушария		XII—II	ЮЗ, СВ	3—5	0—1	50	10—20	0—1	26,0—27,0	0,3
		III—V	ЮЗ, СВ	3—4	0—1	50—60	20	0—1	27,0—28,0	0,3
		VI—VIII	ЮВ	5—7	0—1	40—50	10	0—1	24,0—27,0	0,3
		IX—XI	ЮВ	4—7	0—1	30—50	ю 10—15 сз 0—5	0—1	25,0—27,5	0,3
Тропическая северного полушария	Восточная	XII—II	СВ	5—8	1	40—50	5	0—1	св 12,0—13,0 юз 23,0—24,0	—0,8
		III—V	СВ	5—8	1	40—50	1—5	0—1	св 13,0—14,0 юз 23,0—24,0	—1,0
		VI—VIII	СВ	3—6	0—1	40—50	1—5	0—1	св 19,0—20,0 юз 25,0—26,0	—1,5
		IX—XI	СВ	4—5	0—1	40—50	1—5 (ю 15—20)	0—1	св 16,0—17,0 юз 26,0—27,0	—0,6
	Центральная	XII—II	В, СВ, СЗ	5—8 сз 8—10	в 1—5 сз 10—15	50—70	10 (сз 15—20)	0—1	с 16,0—17,0 ю 25,0—26,0	в 0,5 сз 2,5
		III—V	В, СВ, СЗ	4—7	в 1—5 сз 5—10	40—60	10	0—1	с 17,0—18,0 ю 26,0—27,0	в 0,0 сз 1,5
		VI—VIII	СВ, В, ЮВ	3—6	0—1	40—50	5—10	0—1	с 22,0—23,0 ю 27,0—28,0	0,3 в 0,0
		IX—XI	В, СВ	4—7	1—5	40—60	10—15 (з 5—10)	0—1	с 20,0—21,0 ю 27,0—28,0	сз 1,5
	Западная	XII—II	СЗ, СВ, В	5—8	1—5	50—60	5—10	5—10	с 14,0—15,0 ю 21,0—22,0	ю 1,0 с 4,5
		III—V	СЗ, ЮЗ	4—5	1—5	50	5	1—5	с 18,0—19,0 ю 24,0—25,0	0,3
		VI—VIII	В, ЮЗ	3—5	1	40—50	5—10	0—1	26,0—28,0	0,8
		IX—XI	В, СВ, СЗ	4—5	1—5	50—60	5—10	0—1	с 22,0—23,0 ю 26,0—27,0	1,5

Цифры, перед которыми стоят обозначения стран света, относятся не ко всей зоне (области), а к соответствующей ее части.

Продолжение

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. напр. ветра	Ср. скор. ветра м/сек.	Вероятность штормов %	Облачность %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха, С°	Разности т-р вода—воздух, С°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тропическая южного полушария	Восточная	XII—II	ЮВ	4—6	1	50—60	0—5	0—1	с 25,0—26,0 ю 19,0—20,0	—0,5
		III—V	ЮВ	4—6	1	40—50	0—5	0—1	с 25,0—26,0 ю 14,0—15,0	—0,3
		VI—VIII	ЮВ	4—6	1	50—60	0—5	0—1	с 22,0—23,0 ю 13,0—14,0	—0,3
		IX—XI	ЮВ	4—6	1	50—70	1—5	0—1	с 24,0—25,0 ю 15,0—16,0	—0,3
	Западная	XII—II	В,ЮВ,СВ	4—6	1	50	5—10	0—1	сз 26,0—27,0 юз 19,0—20,0	0,5
		III—V	ЮВ, СВ	5—6	0—5	50	с 5—10 ю 10—15	0—1	сз 25,0—26,0 юз 15,0—16,0	0,5
		VI—VIII	В,ЮВ,СВ,	5—7	1—5	50	10—15	0—1	сз 23,0—24,0 юв 14,0—15,0	0,5
		IX—XI	ЮВ,СВ,С	4—7	1—5	40—60	10—15	0—1	сз 25,0—26,0 юв 15,0—16,0	0,5
Субтропическая северного полушария	Восточная	XII—II	СЗ	7—9	10	70	10	1—5	сз 2,0—3,0 юв 10,0—11,0	4,0
		III—V	СЗ	5—7	5	60	10	5—10	сз 7,0—8,0 ю 14,0—15,0	с 0,0 ю 2,0
		VI—VIII	ЮЗ	3—5	1—5	50—60	10	10—20	с 19,0—20,0 ю 24,0—25,0	—0,3
		IX—XI	СЗ	5—6	5	50—60	10	1—5	сз 13,0—14,0 ю 20,0—21,0	с 1,0 ю 3,0
	Центральная	XII—II	З—ЮЗ	8—10	10—20	60—80	з 20—25 в 15—20	0—1	сз 6,0—7,0 ю 13,0—14,0	з 4,0 в 0,3
		III—V	ЮЗ,З,СЗ	6—8	5—10	60—70	15—20	з 5—10 в 1—5	сз 9,0—10,0 ю 15,0—16,0	з 1,7 в —0,5
		VI—VIII	ЮЗ, З	5—6	1—5	60	10—15	з 10—15 в 1—5	с 19,0—21,0 ю 24,0—25,0	—0,5
		IX—XI	ЮЗ,З,СЗ	6—8	5—10	60—70	15	1—5	с 14,0—15,0 ю 21,0—22,0	з 2,0 г 0,0
	Западная	XII—II	ЮЗ	6—8	5—10	60	15	1—5	с 7,0—8,0 ю 12,0—13,0	0,5
		III—V	С, СЗ	5—6	1—5	50—60	10	1—5	12,0—14,0	—0,5
		VI—VIII	С, СЗ	4—5	1—5	40—50	5	1—5	18,0—20,0	—1,3
		IX—XI	С, СЗ, З	5—6	1—5	50—60	10—15	1—5	с 9,0—10,0 ю 14,0—15,0	—0,2

Продолжение

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/сек.	Вероятность штормов %	Облачность %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха, С°	Разность t-р вода—воздух, С°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Субтропическая южного полушария	Восточная	XII—II	С	5—6	1—5	40—50	5	1—5	20,0—25,0	—0,8
		III—V	СЗ, З, ЮЗ	5—7	1—5	50—60	5—10	5	ю 11,0—12,0 с 17,0—18,0	—0,5
		VI—VIII	З	5—7	5	50—60	10	5	ю 8,0—9,0 с 11,0—12,0	0,5
		IX—XI	З, СЗ, С	5—7	5	50	5	5	ю 9,0—10,0 с 16,0—17,0	—0,5
	Центральная	XII—II	СЗ	6—8	1—5	50—60	10—15	5—10	юв 16,0—17,0 св 21,0—22,0	0,5
		III—V	СЗ	7—8	10—15	50—60	15—20	1—5	16,0—18,0	0,5
		VI—VIII	СЗ	8—10	10—15	60	15—20	1	юз 9,0—10,0 св 12,0—13,0	0,8
		IX—XI	З, СЗ	7—8	10—15	50—60	15—20	5	юз 10,0—11,0 св 15,0—16,0	0,5

	Западная	XII—II	З, ЮЗ	6—8	1—5	50—60	5—10	1—5	юз 16,0—17,0 св 19,0—20,0	0,8
		III—V	ЮЗ, З, СЗ	6—8	10—15	50—60	10	5—10	юз 13,0—14,0 св 17,0—18,0	0,8
		VI—VIII	СЗ	8—10	10—15	50—60	15—20	5—10	юз 11,0—12,0 сь 14,0—15,0	2,5
		IX—XI	З, ЮЗ	6—8	10—15	50—60	10—15	1—5	юз 10,0—11,0 св 15,0—16,0	2,0
Умеренная северного полушария	Западная	XII—II	СЗ	8—9	10—15	70	10	5—10	ю 2,0 с —10,0	2,5
		III—V	СЗ, ЮЗ	5—7	5	60—70	10	10 20	20—5,0	0,5
		VI—VIII	ЮЗ	4—5	1—5	60—70	5—10	20—30	ю 16,0—17,0 с 9,0—10,0	—0,4
		IX—XI	З, СЗ	6—7	5	60—70	10	5—10	ю 12,0 с —5,0	0,7
	Восточная	XII—II	З, ЮЗ	8—11	з 20—25 в 10—15	60—80	з 20—25 в 15—20	0—5	юв 10,0 с —8,0	2,0
		III—V	З, ЮЗ	5—8	з 5—10 в 1—5	60—70	10—20	1—5	ю 11,0—12,0 с 2,0— 3,0	0,0
		VI—VIII	ЮЗ, З	5—7	1—5	60—70	10—20	5	ю 17,0—18,0 с 8,0— 9,0	з —0,3 в —1,5
		IX—XI	З, ЮЗ	6—9	з 10—15 в 5—10	60—80	в 20—25 з 15	1	ю 14,0—15,0 с 4,0— 5,0	0,5

ности температур между водой и воздухом (2—3° С) наблюдаются при этом в центральных районах зоны, над Гольфстримом. Но и на западе океана преобладающий здесь холодный поток континентального полярного воздуха оказывается примерно на 1° холоднее вод Лабрадорского течения.

Поэтому стратификация воздуха становится зимой весьма неустойчивой, и роль конвективных процессов по сравнению с летом здесь резко возрастает. Только на западе зимний муссонный поток, несмотря на наличие положительных разностей температур между водой и воздухом, сохраняет температурную инверсию, возникшую в нем еще над материком Северной Америки. Поэтому конвективные процессы развиты в западном участке зоны зимой так же слабо, как и летом.

Вероятность выпадения осадков к зиме во всей умеренной зоне значительно возрастает, причем почти все зимние осадки выпадают здесь в форме снега (за исключением крайнего юго-востока зоны, где твердые осадки наблюдаются зимой значительно реже жидких). Реже всего (10%) осадки выпадают на западе зоны, в силу преобладания здесь устойчиво стратифицированного зимнего муссона. Но в центральных районах океана, где зимой имеет место не только усиление циклонической деятельности, но и существенное возрастание роли конвективных процессов, вероятность выпадения осадков достигает в это время года 20—25%. Особенно часты осадки (свыше 25%) осенью, в связи с наибольшим в это время года влагосодержанием воздуха. Значительно меньше, чем в центральных районах, выпадает осадков на юго-востоке зоны. Несмотря на благоприятные условия для развития конвективных процессов, в холодное полугодие преобладают все же осадки фронтального типа.

Сопоставляя все сказанное, в умеренной зоне северной Атлантики можно выделить две климатические области:

1. Западную область, отличающуюся муссонным режимом погоды. Летом и зимой здесь преобладают устойчиво стратифицированные массы воздуха. Для этой области характерны относительно теплое, туманное, мглистое, бедное дождями лето и холодная, ветреная, с довольно частыми штормами, зима. Зимой и весной в эту область выносится значительное количество айсбергов.

2. Восточную область, где в течение всего года преобладает циклоническая циркуляция, причем летом воздух стратифицирован сравнительно устойчиво, зимой же — неустойчиво. Эта область отличается от западной значительно менее резко выраженным годовым ходом температуры, более интенсивной зимней штормовой деятельностью и бо́льшим в течение всего года количеством осадков, причем максимальное количество осадков выпадает здесь в зимне-осенний период.

ГЛАВА IX

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Площадь, занимаемая Индийским океаном, составляет 20% поверхности морских вод на земном шаре. Распределение этой площади по широтным зонам крайне неравномерно: свыше 84% ее располагается к югу от экватора, причем в северном полушарии Индийский океан распространяется только немного севернее 20° с. ш. Весь север Индийского океана лежит в экваториальном и субэкваториальном поясах. Напротив, южная часть Индийского океана наиболее развита в широтах субтропических и умеренных, что делает возможным перенос большого количества холодной воды и в тропические его широты.

Существенно различаются северная и южная части Индийского океана также и по степени распространения на них влияний со стороны континентов. Южная часть океана, будучи более широкой и менее замкнутой, мало подвержена континентальным влияниям. Северная же часть испытывает сильное воздействие со стороны Африки и главным образом Азии.

Сильное зимнее охлаждение и летний нагрев азиатского континента вызывают над Индийским океаном весьма значительные сезонные смещения термического экватора, а следовательно, и зоны встречи пассатов двух полушарий.

Последнее отчетливо видно из рассмотрения сезонных карт атмосферного давления и преобладающих ветров над Индийским океаном (см. рис. 71 и 73).

В зимнее время года северного полушария, вследствие усиления северо-восточного пассата, тропический фронт над Индийским океаном отходит почти к 10° ю. ш. Летом же, одновременно с полным прекращением действия над океаном северо-восточного пассата, этот фронт смещается далеко к северу и располагается вдоль системы горных хребтов южной Азии. Вследствие этого северная часть Индийского океана при-

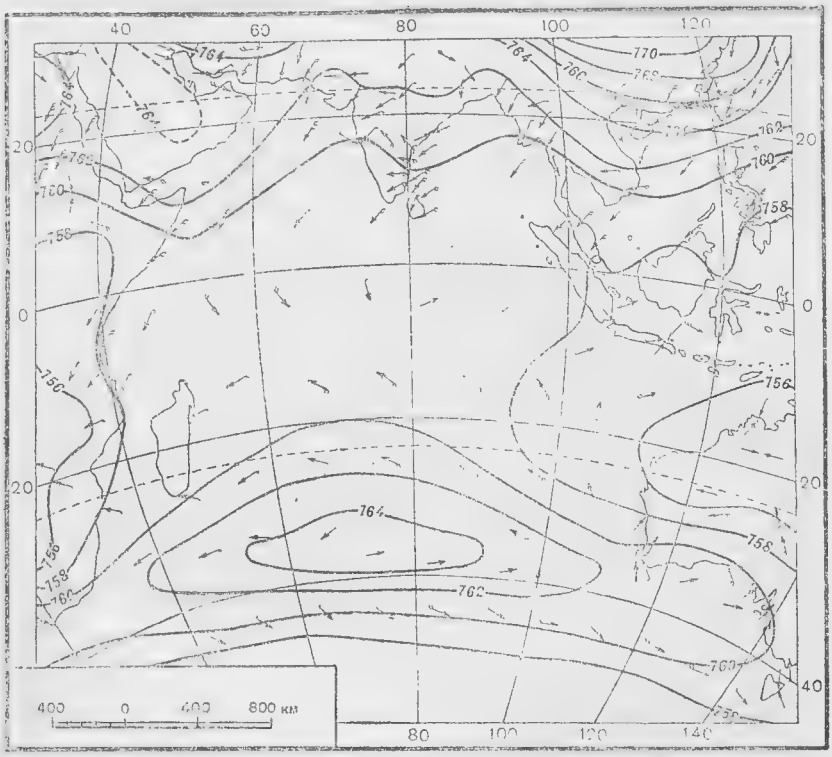


Рис. 71. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Индийским океаном в январе.

обретает муссонный режим как воздушных, так и поверхностных водных течений.

Зимой с континента Азии оттекает северо-восточный поток сухого континентального тропического воздуха, увлекающий за собою и поверхностные слои воды в океане. Двигаясь далее к югу, этот воздух прогревается и увлажняется, постепенно трансформируясь в экваториальный воздух.

Наоборот летом, когда над континентом Азии давление резко снижается, к этой области пониженного давления устремляется юго-восточный тропический пассат южного полушария. Вблизи экватора воздух пассата трансформируется в экваториальный воздух и движется дальше как юго-западный экваториальный муссон, также увлекая за собой поверхностные слои воды. В особых условиях оказывается только западная часть Аравийского моря, куда летние западные ветры приносят сухой и устойчиво стратифицированный континентальный тропический воздух, лишь постепенно над океаном трасформирующийся в воздух морского типа.

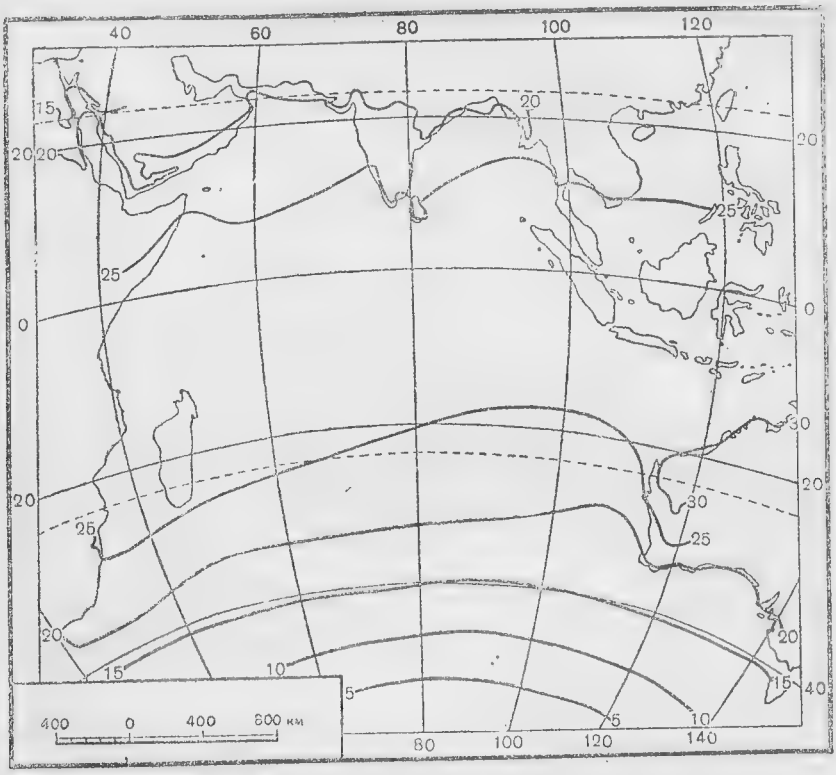


Рис. 72. Температура воздуха над Индийским океаном в январе.

Поэтому в то время как в Бенгальском заливе и в восточной половине Аравийского моря лежит климатическая зона экваториальных муссонов северного полушария, характерная зимним преобладанием континентального тропического и летним преобладанием экваториального воздуха, западная часть Аравийского моря попадает в климатическую зону постоянного преобладания континентального тропического воздуха. Отсутствие на западе Аравийского моря летнего экваториального муссона в значительной степени связано с тем, что зона постоянного формирования экваториального воздуха также существует лишь в восточной части Индийского океана. В западной части океана формирование экваториального воздуха происходит лишь летом южного полушария, в период когда, вместе с уменьшением градиентов давления над северо-западной частью океана, ослабевает и мощный поток устойчиво-стратифицированных юго-восточных пассатов. Иными словами, вся западная приэкваториальная область Индийского океана оказывается в системе циркуляции экваториальных муссонов южного полушария.

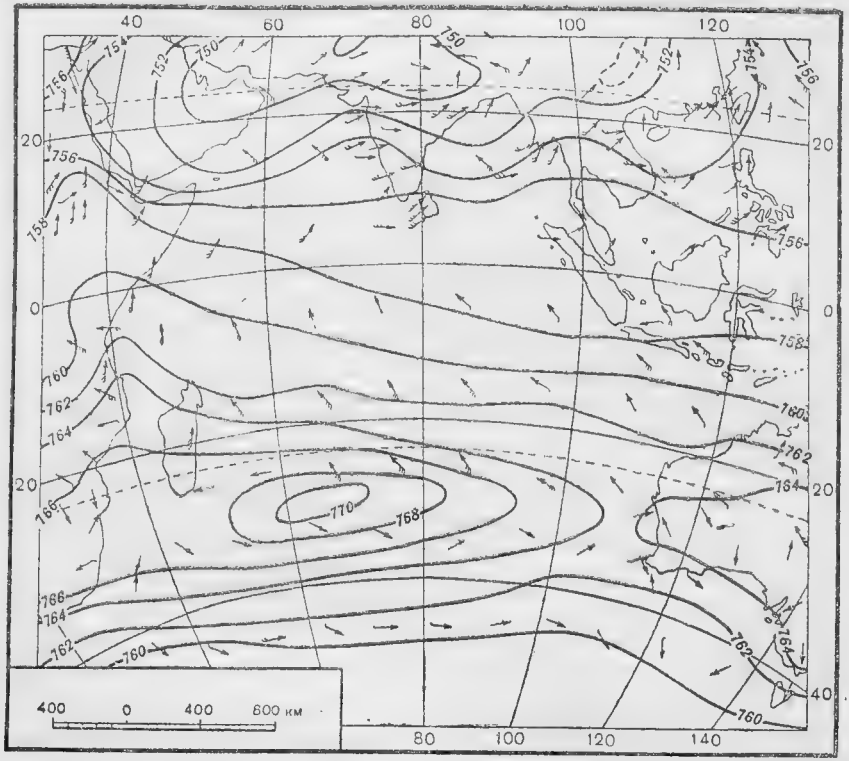


Рис. 73. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Индийским океаном в июле.

В восточной части Индийского океана зона экваториальных муссонов южного полушария выражена значительно слабее, переходя севернее 5° ю. ш. в обширную зону постоянного преобладания экваториального воздуха.

В южной части Индийского океана (примерно между 10 и 35° ю. ш.) основным циркуляционным процессом в течение всего года является формирование морского тропического воздуха в системе устойчивых динамических антициклонов. Источником является опускающийся воздух антипассатов, а также южноиндийский океанический полярный воздух, прорывающийся в тылу южных полярнофронтовых циклонов.

Так же, как и в Атлантическом океане, наиболее устойчивым является морской тропический воздух на востоке океана, оттекающий по восточной периферии динамического антициклона. На западе океана стратификация морского тропического воздуха неустойчива.

Летом южного полушария, когда полярный фронт смещается к югу, область формирования морского тропического

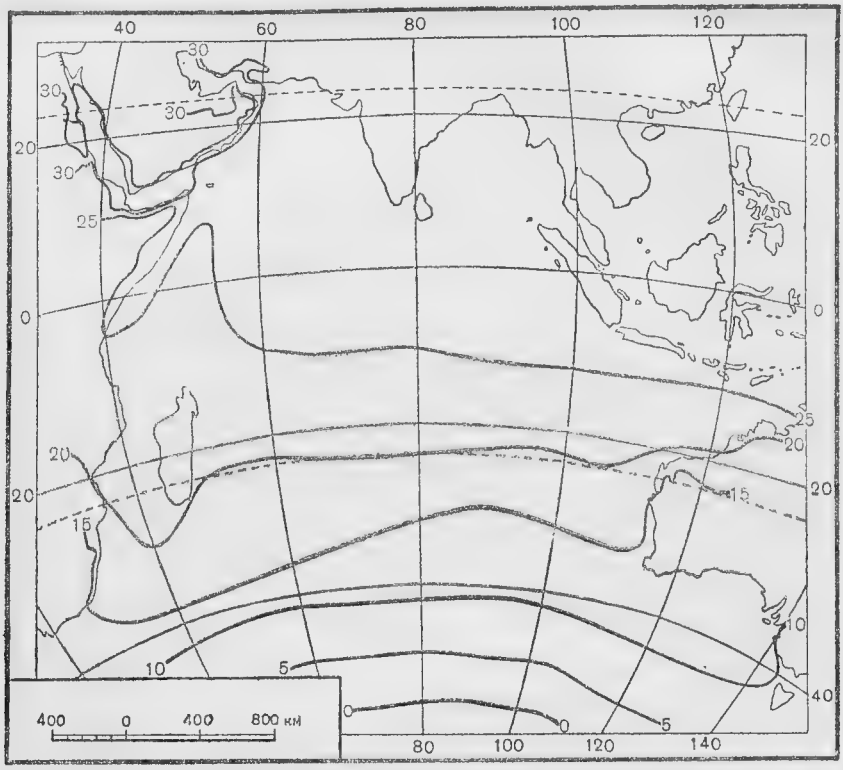


Рис. 74. Температура воздуха над Индийским океаном в июле.

воздуха распространяется примерно до 40—45° ю. ш. Далее к югу преобладает циклоническая деятельность на полярном фронте в течение всего года. Подробная карта климатических областей Индийского океана приведена на рис. 75.

Из постоянных океанических течений Индийского океана наибольшее влияние на его климатические условия оказывают теплое Мозамбикское течение на западе (его продолжение — Игольное течение) и холодное Западноавстралийское течение на востоке. Но при этом следует отметить, что холодное Западноавстралийское течение выражено сравнительно слабо, и роль его проявляется лишь летом южного полушария.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНОГО ВОЗДУХА

Границы зоны экваториального воздуха над Индийским океаном можно установить лишь по косвенным аэрологическим признакам. Основным признаком является увеличение повторяемости облаков конвенции и ливневых осадков [1].

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

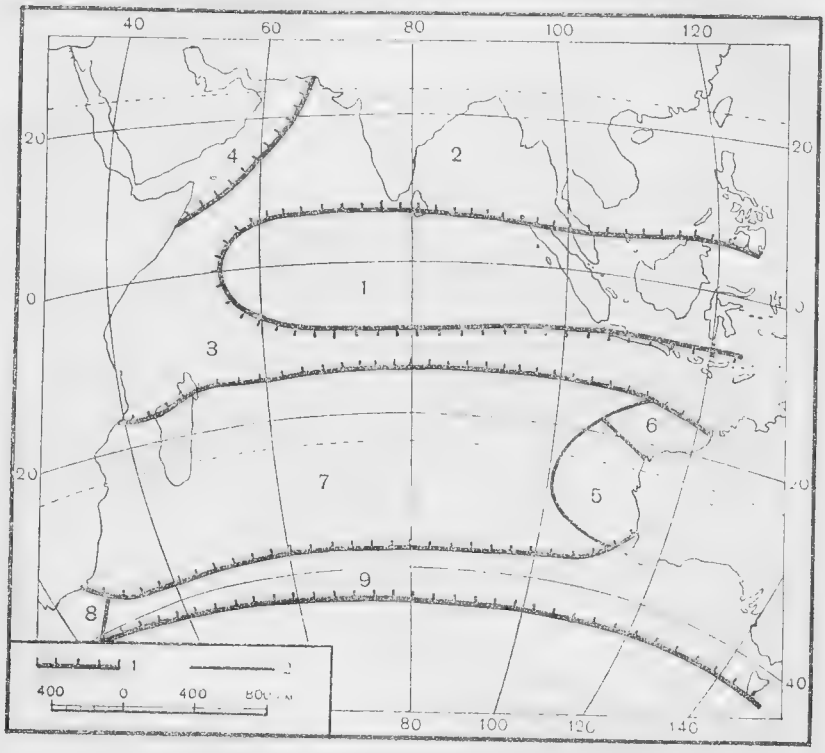


Рис. 75. Схематическая карта климатических зон Индийского океана с входящими в них климатическими областями.

Экваториальная зона: 1 — (одна область). Зона экваториальных муссонов северного полушария: 2—(одна область). Зона экваториальных муссонов южного полушария: 3—(одна область). Тропическая зона северного полушария: 4—(одна область). Тропическая зона южного полушария: 5— Восточная, 6— Северо-восточная, 7— Западная. Субтропическая зона южного полушария: 8— Западная, 9— Восточная. Границы: 1 — зон, 2— областей.

Зона постоянного преобладания экваториального воздуха располагается в Индийском океане к востоку от 55° в. д. и лежит примерно между 6° с. ш. и 8° ю. ш. Во второй половине лета (северного полушария), когда градиенты давления над северо-западом океана особенно возрастают, в Индийском океане остаются лишь два района, где скорость потока не препятствует формированию экваториального воздуха. Один из них лежит между 50 и 80° в. д.; второй тянется от 90° в. д. через Зондские острова в Тихий океан. Ширина 1-го района около 5° и лежит он в основном южнее экватора. Второй район — шире и распространяется как к югу, так и к северу от экватора на 5—6°.

Что касается экваториальных областей Индийского океана, лежащих западнее 50° в. д., то формирование экваториального

воздуха происходит здесь лишь зимой северного полушария и прекращается летом, когда скорость ветра в среднем превышает здесь 8—9 м/сек.

Как видно из рис. 71 и 73 для экваториальной зоны Индийского океана характерна сезонная смена преобладающих воздушных потоков. С апреля по май здесь дуют юго-восточные ветры, оттекающие по северной периферии Южноиндийского динамического антициклона и переходящие севернее экватора в юго-западные. С ноября же по март преобладающими становятся северо-восточные ветры южной периферии Азиатского максимума, отклоняющиеся южнее экватора к юго-востоку. Устойчивость как зимних, так и летних потоков составляет 40—60%. Скорость их в очаге формирования в среднем не более 3—4 м/сек. с небольшим усилением летом северного полушария. Нередко наблюдаются штили, особенно на востоке зоны, где общее ослабление ветров обусловлено влиянием островов Зондского архипелага.

Годовые амплитуды температуры воздуха во всей экваториальной зоне Индийского океана не превышают 1—1½° (от 27½ до 29° С). Сравнительно высокие значения температуры экваториального воздуха по сравнению с атлантическим обусловлены отсутствием меридиональных холодных океанических течений в южной половине Индийского океана и высокой температурой вод северной части океана, откуда выносится воздух в экваториальную зону зимой северного полушария. При этом относительно «холодным» в экваториальной зоне является все же летне-осенний период северного полушария, когда формирование экваториального воздуха происходит из масс юго-восточного пассата.

Как и в атлантической экваториальной зоне, поверхность воды в экваториальной зоне Индийского океана в течение всего года оказывается теплее воздуха почти на целый градус, что благоприятствует развитию конвекции. Следует отметить, что мощность слоя экваториального воздуха над Индийским океаном, повидимому, больше, чем над Атлантикой. Об этом можно судить по большой частоте образования над Индийским океаном кучево-грозовых облаков, ливней и гроз. Особенно резко проявляется усиление процессов конвекции на востоке зоны, где заметно сказывается влияние Зондских островов. Вероятность гроз в течение всего года превышает здесь 5%, осадки же выпадают свыше чем в 25—30% случаев наблюдений.

Максимум дождливости наблюдается в летне-осенний период северного полушария и вызывается увеличением положительных разностей температур вода — воздух за счет выноса сравнительно холодных масс воздуха южного полушария. Особенно много осадков выпадает осенью, когда, наряду с выносом холодного воздуха с юга, действует и усиленный приток тепла от солнца, обусловленный высоким его положением.

На востоке экваториальной зоны, где усиление процессов конвекции связано с влиянием Зондского архипелага, осенняя повторяемость кучево-дождевых облаков, ливней и гроз достигает наибольших значений для всего земного шара.

В экваториальной зоне преобладают внутримассовые осадки, и наиболее частыми здесь являются облака кучевых и кучево-дождевых форм. Часто наблюдаются также облака верхнего яруса, по большей части послегрозовые. Облака слоистых форм отмечаются гораздо реже и происхождение их скорее всего связано либо с вечерним растеканием кучевых облаков, либо с ночным охлаждением влажного воздуха.

Большой интерес представляет наличие в экваториальной зоне также облаков «слоисто-дождевых» и сравнительно высокая повторяемость так называемых «длительных» осадков. Очень может быть, что так именно воспринимаются наблюдателями наиболее развитые кучево-дождевые облака и продолжительные ливни.

Но рассмотрение ежедневных бюллетеней погоды Индийского океана показывает, что и фронтальные процессы в экваториальной зоне наблюдаются достаточно часто (см., например, рис. 76). Причинами возникновения здесь фронтальных разделов могут быть свежие вторжения тропического воздуха. У земной поверхности такие фронты выявляются мало, но на верхних уровнях более теплая и влажная масса экваториального воздуха имеет тенденцию к натеканию на приближающийся свежий поток. Правда, ближе 5° к экватору циклонические возмущения на фронтах, повидимому, возникают редко. Но в отдельных случаях зарождение тропических циклонов, нередко с ураганными ветрами, происходит даже ближе 1° от экватора, а при дальнейшем движении эти циклоны иногда пересекают и самый экватор.

Вопрос о возникновении фронтов и наличии в экваториальной зоне фронтальных осадков подлежит во всяком случае дальнейшему изучению.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Зона экваториальных муссонов выделяется по признаку преобладания в ней летом экваториального, зимой же тропического воздуха. На юге она граничит с зоной постоянного преобладания экваториального воздуха. С севера и востока субэкваториальная зона ограничена берегами азиатского материка. Западная же граница совпадает с границей зоны тропического воздуха и должна определяться летним положением тропического фронта. Согласно картам С. П. Хромова, этот фронт проходит по берегу Аравии. Но частое появление мглы на западе Аравийского моря при почти полном отсутствии

здесь облаков и осадков говорит о том, что экваториальный муссон сюда не достигает и что граница между экваториальным муссоном и континентальным воздухом Аравии лежит где-то в Аравийском море. Есть, однако, основания предполагать, что эта граница не является активной фронтальной поверхностью. В пользу такого предположения говорит прежде всего то, что аравийский тропический фронт не выявляется в поле ветра. Против наличия летом в Аравийском море достаточно резко выраженного фронта говорит также отсутствие здесь летней циклонической деятельности. Тропические ураганы не только не зарождаются летом в Аравийском море, но и почти не заходят сюда.

Из-за отсутствия летом в Аравийском море достаточно хорошо выраженного тропического фронта западную границу зоны экваториальных муссонов можно наметить лишь примерно, основываясь на резком возрастании летом на западе случаев выноса пыли с континента при не менее резком уменьшении облачности и повторяемости дождей. Приблизительно эта граница проходит от устья Инда к берегам Сомалийского п. о., близ 5° с. ш. (см. рис. 75). Таким образом субэкваториальная зона северного полушария, выделяемая по признаку преобладания летом экваториального и зимой тропического воздуха, охватывает в Индийском океане Бенгальский залив и восточную часть Аравийского моря (к востоку в среднем от 60° в. д.). Климатические условия этой зоны определяются свойствами муссонных потоков. Зимний северо-восточный муссон устанавливается в субэкваториальной зоне с октября — ноября и господствует в Бенгальском заливе по март и в Аравийском море по апрель. Устойчивость его по направлению составляет 60—80%, средняя скорость — не более 4—5 м/сек.; иногда даже наблюдается ослабление скорости почти до штиля, особенно у берегов.

Зимний муссон несет сухой и, по сравнению с экваториальным, относительно холодный воздух, который довольно быстро прогревается и увлажняется в нижнем слое над сравнительно теплой поверхностью воды. Об этом можно судить как по средним данным, так и по ежедневным картам погоды Индийского океана. Последующий этап трансформации на пути к экватору, заключающийся в переносе тепла и влаги в верхние слои, происходит значительно медленнее. Это видно хотя бы из того, что в распространяющемся над океаном северо-восточном муссоне довольно долго нет облаков и осадков. Примерно на 200 км от берегов лежит полоса полного бездождия и вблизи 10° с. ш. вероятность осадков составляет только 5%. Облачность на сотни километров от берегов оказывается в это время года менее 2—3 баллов.

Постепенная трансформация над океаном тропического воздуха зимнего муссона проявляется в возрастании вероятности

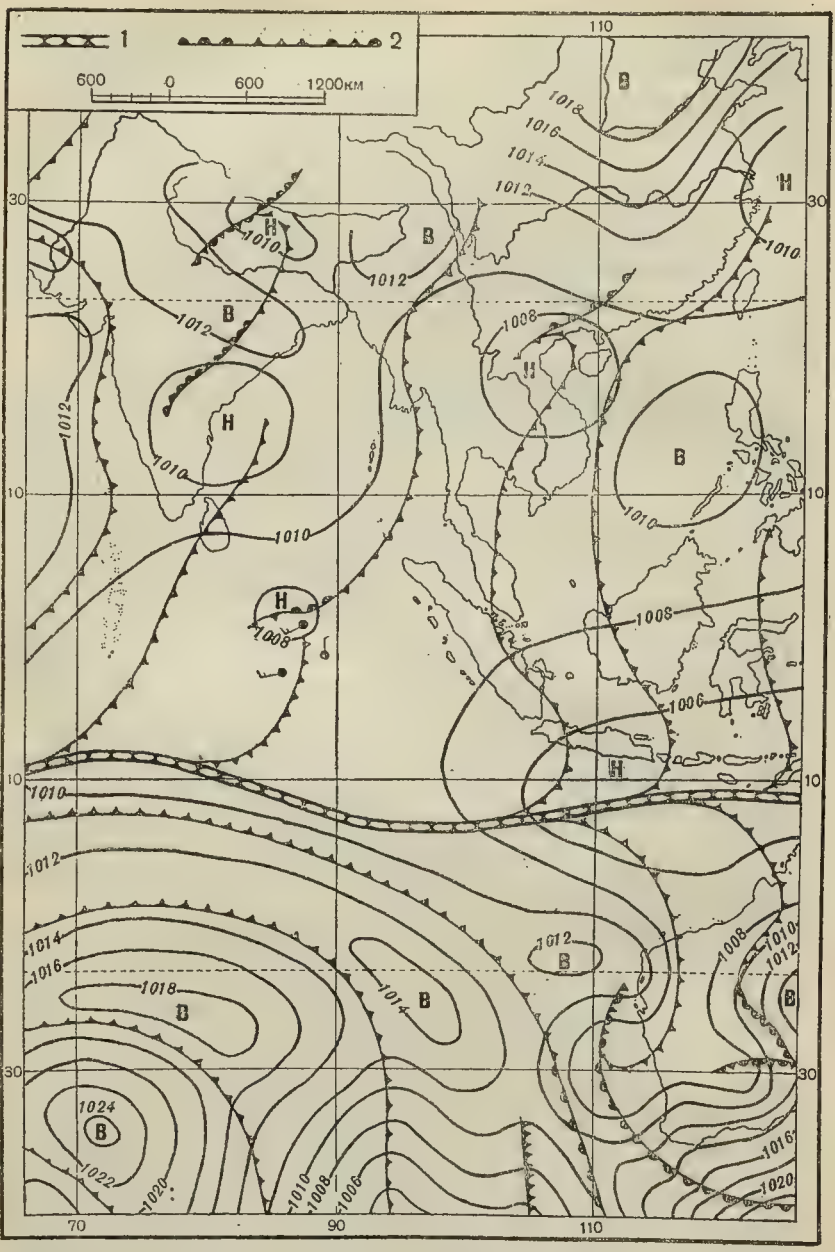


Рис. 76. Циклоническая деятельность в экваториальной зоне Индийского океана. Карта погоды от 6/III 1937 г.

1—тропический фронт, 2—внутримассовый фронт

(из атласа «Погода в Индийском океане»).

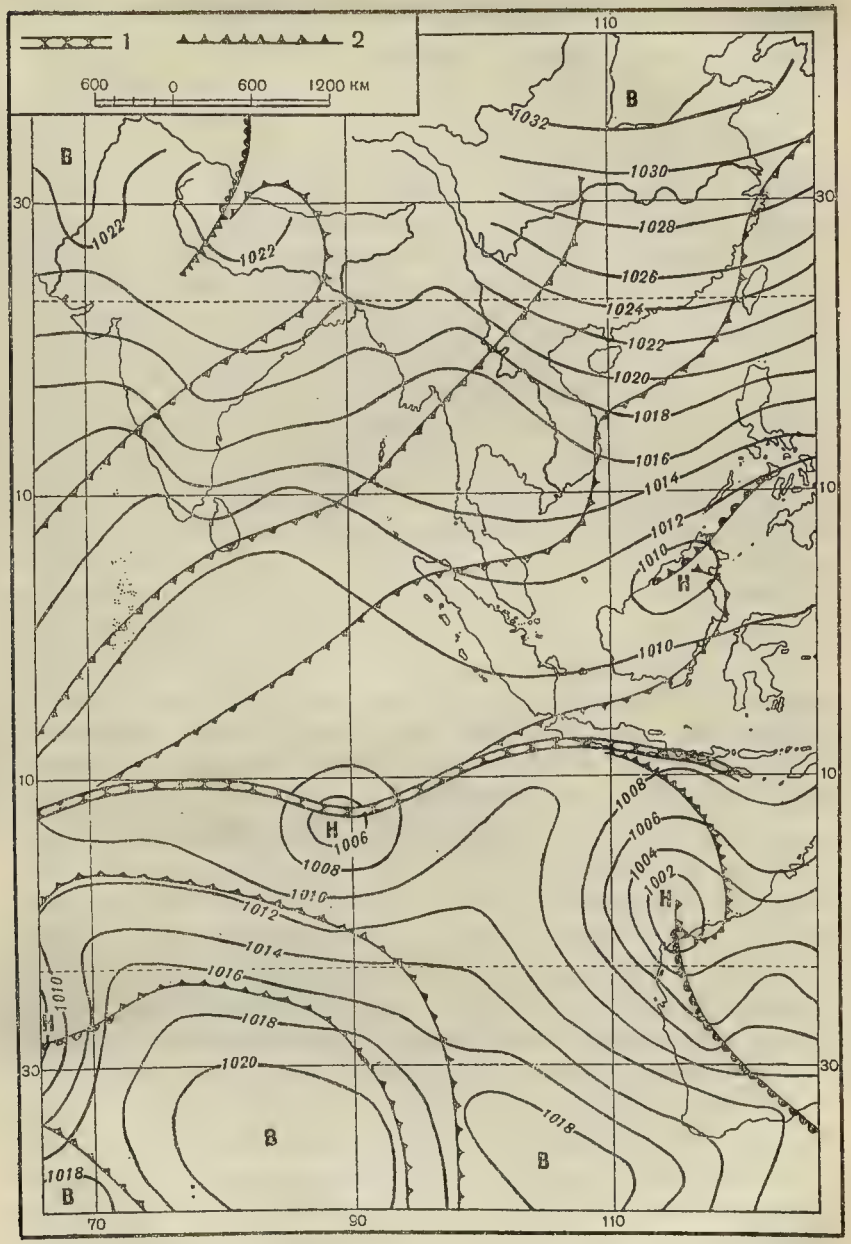


Рис. 77. Фронтогенез в муссонном потоке (15/I 1937 г.)

1—тропический фронт, 2 — внутримассовый фронт

(из атласа «Погода в Индийском океане»).

облачной и дождливой погоды, а также в повышении температуры и влажности воздуха. На севере субэкваториальной зоны температура зимнего муссона составляет 22—24° и относительная влажность около 75%, на юге температура повышается до 27°, а влажность до 80%. Так как вода в рассматриваемой зоне оказывается при этом теплее воздуха, то преобладают облака конвекции. Но в силу сухости верхних слоев потока это лишь слабо развитые кучевые. Появление же далее к югу мощных кучевых и кучево-дождевых облаков служит признаком перехода в зону экваториального воздуха. Примерно столь же часто, как кучевые (30—40%), наблюдаются и облака верхнего яруса, происхождение которых, надо думать, фронтальное. Во всяком случае, судя по картам погоды Индийского океана, в зимнем муссонном потоке фронтальные процессы не представляют редкого явления (рис. 77). Причиной фронтообразования может являться встреча двух движущихся с различной скоростью воздушных потоков, прошедших с севера не одновременно и находящихся в различных стадиях трансформации. Причиной может служить также конвергенция потоков, из которых один прошел часть пути над сушей (над Индостаном или Индокитаем), другой же — над морем (Аравийское море, Бенгальский залив), или же потоков, проходивших соответственно над теплыми и холодными морскими течениями. В нижних слоях атмосферы над морем разрыв температуры и влажности на таких фронтах чаще всего бывает замаскирован, но наверху разница отчетливо проявляется. Проявляются эти фронты обычно лишь возрастанием облачности, усилением ветра и иногда возникновением шквалов, осадки же выпадают на них весьма редко.

В последние месяцы действия зимнего муссона (март — апрель), в связи с растущим к весне прогреванием континента, свойства континентального муссона несколько меняются. Температура его оказывается в это время года наибольшей и достигает 29°. Поэтому, попадая на поверхность океана, континентальный воздух проявляет себя не как холодная, но скорее как теплая воздушная масса. Температуры воды и воздуха становятся в это время года почти равными. В связи с этим весной наблюдается ослабление в субэкваториальной зоне процессов конвекции при одновременном увеличении повторяемости облаков слоистых форм.

Другой особенностью весеннего периода является значительное усиление выноса пыли с континента на океан.

Летний экваториальный муссон господствует в субэкваториальной зоне примерно с мая по сентябрь — октябрь. Устойчивость его значительно больше, чем зимнего, и, как правило, превышает 80%. Значительно больше также и его сила. Средняя скорость летнего муссона составляет 8—10 м/сек. При этом особенно значительные скорости ветра отмечаются в Аравий-

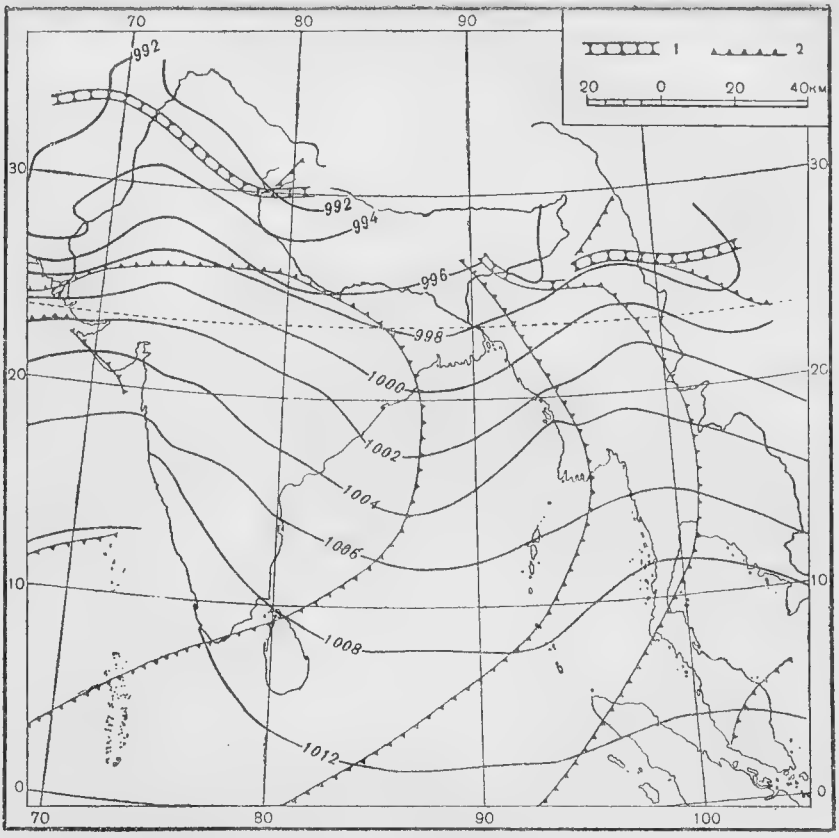


Рис. 78. Фронтогенез в муссонном потоке (10/VIII 1937 г.).
1—тропический фронт, 2—внутримассовый фронт
(из атласа «Погода в Индийском океане»).

ском море, где, в силу максимальной близости центра летней Азиатской депрессии, градиенты давления наибольшие. Повторяемость ветров больше 7 баллов достигает здесь летом 40% всех случаев наблюдений, и в 10—15% случаев ветры в Аравийском море достигают силы шторма. В Бенгальском заливе летние штормы наблюдаются реже. Что же касается тропических ураганов, то в Бенгальском заливе они зарождаются свыше двух раз в году, причем почти исключительно в летне-осенний период, когда тропический фронт занимает наиболее северное положение. В Аравийском море, как ранее отмечалось, ураганы почти никогда не зарождаются и лишь проникают сюда с юго-востока, преимущественно в периоды смены муссонов (весной и осенью). Повторяемость ураганов в Аравийском море менее одного в два года.

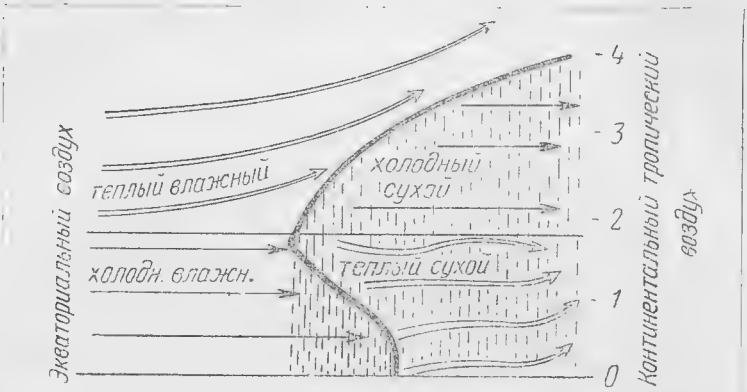


Рис. 79. Вертикальный разрез в области фронта, разделяющего массы экваториального воздуха и континентального тропического *(из Десаи)*.

С установлением в экваториальной зоне над океаном летнего муссона связано небольшое понижение температуры воздуха (примерно до 28°) и резкое увеличение относительной влажности (до 85—90%), средней облачности (до 7 и более баллов) и вероятности дождливой погоды (свыше 25%).

Следует отметить, что все особенности экваториального муссона наиболее отчетливо проявляются в Бенгальском заливе, куда экваториальный воздух попадает непосредственно из очагов своего формирования. В Аравийское же море наряду с экваториальным воздухом частично выносятся и массы пассата южного полушария, прошедшие через область экватора с весьма большой скоростью и не успевшие поэтому обогатиться влагой до больших высот. Частично же, как уже упоминалось, здесь сказывается влияние масс воздуха аравийско-африканского происхождения. В субэкваториальной зоне во время летнего муссона выпадают в равной мере осадки фронтальные и внутримассовые, и преобладающими формами облаков являются кучево-дождевые, слоисто-дождевые и облака верхнего яруса. Выпадение фронтальных осадков происходит здесь как на тропическом фронте, так и на фронтах, возникающих в экваториальном потоке (см. рис. 78), причем причины возникновения этих фронтов аналогичны причинам фронтообразования в зимнем тропическом муссоне. Что касается условий выпадения осадков на тропическом фронте, то вопрос этот подробно освещен сравнительно недавно в работах индийских синоптиков (Десаи, Маль, Раманатан, Банерджи и др.) [1]. Как показали эти работы, при взаимодействии экваториального

[1] Десаи Б. Н., Маль С. (Desai B. N., Mal S.), 1933. Раманатан К. Р., Банерджи Г. (Ramanathan K. R., Banerjee H. C.), 1931

воздуха с континентальным тропическим, начиная с уровня 2—3 км экваториальный воздух оказывается более теплым, поскольку падение температуры с высотой в сухом воздухе происходит быстрее, чем во влажном (см. рис. 79). При натекании на континентальный воздух экваториального муссона выпадают осадки, имеющие характер осадков теплого фронта и выпадающие в массе континентального тропического воздуха перед нижним холодным фронтом. Таким образом, представление о том, что при взаимодействии на тропическом фронте экваториального воздуха и континентального тропического, осадки не выпадают, в данном случае не оправдывается.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

В субэкваториальной зоне Индийского океана в южном полушарии, как и в северном, летом преобладает экваториальный воздух, зимой — тропический. Южная граница рассматриваемой зоны определяется летним (февральским) положением тропического фронта. Последний отчетливо выявляется как линия конвергенции пассатов северного и южного полушарий (см. рис. 71) и проходит от устья Замбези на север Мадагаскара и далее примерно вдоль 15° ю. ш. Правильность намеченной южной границы зоны подтверждается и ослаблением к северу скорости ветра, а также увеличением вероятности облачной и дождливой погоды [1].

Северная граница субэкваториальной зоны намечается по увеличению повторяемости конвективных процессов и по общему ослаблению скорости воздушных потоков в сторону экватора, то-есть по признаку зимней трансформации морского тропического воздуха южного полушария в экваториальный воздух.

Таким образом, зона экваториальных муссонов южного полушария простирается в Индийском океане от берегов Африки до островов Зондского архипелага, имея наибольшее развитие на крайнем западе океана, где она охватывает акваторию океана от Мадагаскара до Сомалийского полуострова. К востоку от 55° в. д. зона экваториальных муссонов переходит в узкую полосу шириной в 300—400 км (рис. 75).

В летнее время года (с декабря по март) в субэкваториальной зоне преобладает экваториальный воздух, поступающий в северо-западном потоке, а у берегов Африки в северо-восточном.

Скорость этих течений составляет всего около 3 м/сек.; сравнительно невелика и их устойчивость по направлению (40—60%). По метеорологическому режиму зона экваториаль-

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

ных муссонов является летом продолжением зоны экваториального воздуха. Для нее характерны: температуры воздуха порядка 27°, вода несколько теплее, чем воздух, облачность 5—6 баллов, а также значительная повторяемость дождливой погоды (свыше 20%). Облака и осадки, однако, в субэкваториальной зоне делятся летом примерно поровну между внутримассовыми и фронтальными. Результатом развития циклонической деятельности на тропическом фронте является также зарождение в этой области океана тропических циклонов (в среднем за год их отмечается здесь около 8). Пути циклонов лежат преимущественно с востока на запад в соответствии с преобладающей циркуляцией воздуха в Южноиндийском динамическом антициклоне (рис. 66).

Зимой (с апреля по ноябрь) преобладающим направлением ветра становится юго-восточное, соответствующее северной периферии динамического антициклона. С зимним тропическим муссоном связано усиление скорости ветра (до 6—7 м/сек.). Увеличивается и устойчивость ветра по направлению; свыше 80% случаев приходится на ветры юго-восточные. В этом отношении зона экваториальных муссонов южного полушария существенно отличается от одноименной зоны в северной половине Индийского океана, где наибольшей силой и устойчивостью отличается летний экваториальный муссон.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Особенность тропической зоны севера Индийского океана заключается в том, что массы тропического воздуха имеют здесь весь год континентальное происхождение: зимой азиатское, летом — африканско-аравийское. Поэтому зона эта выделяется крайней сухостью, весьма устойчивой стратификацией, а летом и весьма значительной запыленностью преобладающих в ней воздушных потоков. Северная тропическая зона Индийского океана на востоке граничит с зоной экваториальных муссонов северного полушария, на юге — с зоной экваториальных муссонов южного полушария. Но ни в том, ни в другом случае между экваториальным и тропическим воздухом, повидимому, не возникает каких-либо определенных поверхностей раздела. Зимой над всей северной частью Индийского океана устанавливается общий северо-восточный поток континентального тропического воздуха постепенно, по мере движения к югу, трансформирующийся в морской тропический и затем в экваториальный воздух. Летом во всей северной части океана устанавливается единый юго-западный поток, внутри которого переход от преобладающего влияния масс континентального тропического воздуха к преобладающему влиянию масс морского тропического воздуха на юге и масс экваториального воздуха на востоке происходит постепенно, без образования фронтов.

Основанием для проведения южной и восточной границ зоны служит поэтому главным образом лишь резкое увеличение на востоке летом, а на юге в течение всего года повторяемости облачной и дождливой погоды. Летом весьма характерно также резкое уменьшение при движении к югу и востоку повторяемости мглы.

Проходят эти границы примерно от берегов Сомали (близ 5° с. ш.) к устью Инда.

Северная и западная границы тропической зоны идут непосредственно вдоль берегов Индостана, Аравии, Сомали; таким образом, зона тропического воздуха занимает в северной части Индийского океана западную половину Аравийского моря и заливы Оман и Аденский.

В зимнее время года (с ноября по апрель) эта зона является фактически продолжением северной зоны экваториальных муссонов. Так же, как Бенгальский залив и восточная половина Аравийского моря, она занята в это время континентальным тропическим воздухом, оттекающим в северо-восточном потоке по южной периферии Сибирского антициклона. Устойчивость этого потока составляет 60—80%, средняя скорость 3—5 м/сек., а к концу сезона — около 3 м/сек. Основной зимний процесс заключается в постепенной трансформации сухого и холодного потока континентального тропического воздуха при движении над теплой поверхностью воды в морской тропический воздух и затем в экваториальный воздух. Поток постепенно прогревается, увлажняется и становится влажнонеустойчивым. Показателями этого процесса служат рост с северо-востока зоны на юго-запад температуры воздуха (от 23 до 26,5°), относительной влажности (от 75 до 80%), средней облачности (от 2 до 4 баллов), а также вероятности осадков (от полного их отсутствия на севере до 5% на юге).

С мая преобладающее направление воздушных потоков в тропической зоне резко меняется и становится так же, как и во всей северной части океана, юго-западным. Но в то время как в Бенгальском заливе и на востоке Аравийского моря этот юго-западный поток представляет собою влажнонеустойчивый, несущий облака и осадки экваториальный муссон, в тропической зоне он является так же, как и зимой, сухим континентальным тропическим воздухом. По сравнению с зимним он отличается лишь значительно более высокими температурами (результат весеннего прогревания материка) и значительной запыленностью. Юго-западное направление его обусловлено в данном случае движением из Африки и Аравии по южной периферии обширной летней Азиатской депрессии. Именно аравийско-африканским происхождением объясняется очень большая запыленность этого потока: повторяемость мглы достигает здесь летом предельных на земном шаре значений (до 30—35% и более).

В силу резкого увеличения летом над южной Азией градиентов давления устойчивость летнего потока континентального тропического воздуха по направлению оказывается значительно большей, чем устойчивость зимнего потока (свыше 80%); скорость его достигает также очень больших значений (в среднем 9—10 м/сек.).

Результатом такой силы и устойчивости летних воздушных потоков является сильный сгон воды от берегов Аравии и Сомали и выход холодных глубинных вод. Эффект этот настолько силен, что вода в тропической зоне оказывается летом холоднее прилегающих слоев воздуха больше, чем на 1,5—2° (а у самого берега даже на 3°). Поэтому высокие температуры воздуха, устанавливающиеся в зоне в конце весны, вскоре начинают снижаться за счет охлаждения нижних слоев воздуха над холодной водой. В мае температура воздуха в зоне близка к 29°, а в июле она составляет всего 25—26°. Годовой ход температуры в тропической зоне оказывается таким образом двойным, с вторичным минимумом летом.

Другим следствием охлаждения летом теплого воздушного потока над холодной поверхностью воды является возникновение в зоне инверсии температуры. Эта инверсия, препятствуя вертикальному обмену, способствует скоплению в нижних слоях атмосферы пыли и влаги. К накоплению влаги приводят и большие скорости ветра, увеличивающие испарение. Этим, а также охлаждением нижних слоев воздуха над холодной поверхностью воды можно объяснить возрастание к лету относительной влажности в среднем до 85%. Показателем увеличения влажности служит также повышенная повторяемость дымки (более 5%), а в отдельных случаях даже появление туманов (вероятность 1%). Но увеличение влажности происходит лишь в приземных, подинверсионных слоях и не сопровождается переносом влаги вверх. О крайней сухости верхних слоев воздуха, не соприкасающихся с водной поверхностью, можно судить по полосе полного бездождия, простирающейся так же, как и зимой, на 200—300 км от берегов, и по крайней скудности осадков во всей зоне.

При крайней бедности тропической зоны летними осадками и облаками дождевых форм, средняя облачность в зоне летом по сравнению с зимой все же значительно возрастает (до 4—5 баллов). Это увеличение связано с ростом к лету повторяемости облаков верхнего яруса (до 40% случаев наблюдений) и подинверсионных слоистых облаков (до 20%), а на юге, где роль инверсии ослабевает, и с ростом повторяемости облаков сухой конвекции. Весьма частые в зоне облака верхнего яруса возникают при этом, повидимому, не в самой тропической зоне, а приносятся верхними течениями с востока, где увеличение их повторяемости летом обусловлено обострением над се-

веро-восточной частью Индийского океана фронтальной деятельности. Это подтверждается и преобладанием летнего движения перистых облаков в рассматриваемой области с востока на запад.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Границами зоны тропического воздуха служат со стороны экватора летнее положение тропического фронта, со стороны умеренных широт — зимнее положение полярного фронта. Летнее (февраль) положение тропического фронта, как говорилось выше, выявляется по конвергенции пассатных потоков двух полушарий (см. рис. 71). Фронт проходит от устья Замбези на север Мадагаскара и далее примерно вдоль 15° с. ш.

Зимнее (август) положение полярного фронта в южной части Индийского океана в поле воздушных течений выявляется очень нечетко. Поэтому основанием для проведения его служат, главным образом: резкое возрастание на юге в зимнее время года скорости ветра, частые штормы, увеличение повторяемости дождевых облаков и осадков[1]. Намечаемый по этим признакам полярный фронт проходит от мыса Доброй Надежды к южной оконечности Австралии. Косвенным подтверждением этого положения является близость биологической границы (по Шотту), разделяющей тепло- и холодноводные формы поверхностной жизни (см. рис. 65). Имеющие большое распространение к северу от этой границы кораллы, летающие рыбы, тепловодные моллюски к югу исчезают, сменяясь характерным для холодных вод богатством планктона и разнообразием птичьего мира.

Таким образом зона тропического воздуха простирается через всю южную часть Индийского океана и лежит между 10 и 35° ю. ш., несколько сужаясь лишь в области Мадагаскара и Мозамбикского пролива (см. рис. 75).

Формирование морского тропического воздуха в пассатной зоне происходит в устойчивом динамическом антициклоне в южной части Индийского океана. Центр этого антициклона в среднем лежит близ 35° с. ш., смещаясь летом на 2—3° к югу и зимой примерно на столько же к северу.

Наибольшего развития область высокого давления в южной части Индийского океана (так же как и в южной части Атлантического океана) достигает зимой. По средним данным давление в центре антициклона превышает в это время года 770 мм, то-есть оказывается примерно на 5 мм выше, чем летом. Одновременно к зиме область высокого давления южной части Индийского океана расширяется и начинает охватывать не только океан, но и прилегающие материки (Австралию и ча-

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

стично южную Африку). Летом же, в связи с прогреванием материков, единая зимой полоса высокого давления над ними разрывается.

Просмотр ежедневных карт погоды Индийского океана показывает, что наличие в южной части океана климатологического антициклона является результатом почти непрерывного прохождения через океан с запада на восток отдельных ядер высокого давления. Последние возникают в результате прорывов к северу воздуха умеренного пояса в тылу серий полярнофронтовых циклонов. Разделенные небольшими барическими ложбинами, эти ядра высокого давления движутся с запада на восток, причем летом, не доходя Австралии, они обычно поворачивают к югу, зимой же проходят через материк Австралии. Путями центров этих ядер и определяется положение гребня антициклона на средней карте.

Воздушные массы в тропической зоне южной части Индийского океана имеют почти исключительно океаническое происхождение.

В течение всего года в большей части тропической зоны господствуют юго-восточные пассаты, оттекающие по периферии Южноиндийского антициклона. Ветры эти отличаются большой устойчивостью по направлению —60—80% и более. Несколько менее устойчивыми являются летние ветры юго-западных румбов (40—60%), возникающие на северо-востоке зоны за счет затягивания юго-восточных пассатов в систему циркуляции летней депрессии над севером Австралии. Наконец, наименьшей устойчивостью по направлению (25—40%) обладают в тропической зоне потоки северных румбов, «возвращающиеся» по западной периферии Южноиндийского динамического антициклона. Такие ветры наблюдаются лишь на крайнем юге зоны и только в зимне-весенний период, когда динамический антициклон испытывает смещение к экватору.

Летом скорость пассата составляет 4—7 м/сек., зимой же — 5—8 м/сек., причем случаи штилей и штормов — крайне редки. В большей части тропической зоны наибольшей силой отличаются ветры, обладающие и максимальной устойчивостью по направлению. Так, наибольшей скоростью (6—8 м/сек.) обладает устойчивый юго-восточный пассат. Но на крайнем юге зоны, где зимой сказывается влияние приближающегося полярного фронта, сила и устойчивость воздушных потоков оказываются в обратной зависимости. Несмотря на крайнюю неустойчивость по направлению, ветры отличаются здесь значительными скоростями, а в 5—10% случаев достигают даже силы штормов. Преобладающее направление этих штормов — юго-западное, то-есть они чаще всего наблюдаются в тылу полярнофронтовых циклонов.

Изредка в тропической зоне возможны и еще более значительные усиления скоростей ветра — до силы ураганов,

Последние возникают при развитии циклонической деятельности на тропическом фронте главным образом с декабря по апрель. Движение тропических циклонов происходит в направлении течений северной и западной окраин Южноиндийской области высокого давления. Первоначально пути их лежат на юго-запад, затем поворачивают к югу-востоку. Хотя чаще всего поворот этот совершается восточнее Мадагаскара, но все же нередко циклоны проходят также и над Мадагаскаром и даже через Мозамбикский пролив. Наиболее часто (около 8 раз в год) они наблюдаются при этом на западе океана (в районе Мадагаскара, а также островов Маврикия, Реюньон, Родригес). В центральных районах океана повторяемость их снижается до 4—5 в год. На востоке же пассатной зоны, у берегов Австралии, циклоны появляются реже всего (2—3 в год).

В термическом отношении условия в тропической зоне южной части Индийского океана весьма близки к условиям в других океанических пассатных зонах. На юге зоны температуры воздуха летом приближаются к 20°, зимой — к 15°. На севере зимние температуры составляют 24—25°, летние же — около 27,5°. Восточная часть зоны пассатов оказывается при этом в течение всего года, и особенно летом, несколько более холодной, чем западная. Последнее объясняется притоком на востоке холодного воздуха с юга по восточной периферии динамического антициклона, а также и влиянием возникающего, благодаря указанным условиям циркуляции атмосферы, холодного Западноавстралийского океанического течения. Отклонения от термических условий, обычных для климатов морских пассатов, наблюдаются в тропической зоне лишь на северо-востоке ее. Здесь в зимне-весенний период преобладают массы континентального тропического воздуха, выносимые из внутренних районов Австралии. Поэтому весной, при начинающемся прогревании материка, температуры воздуха превышают в этой области океана 29° С.

Осадки, выпадающие в тропической зоне, по преимуществу являются внутримассовыми. Возникновению их немало способствует то, что в течение всего года вода почти во всей зоне пассатов в среднем теплее воздуха. Однако заметную роль играют все же и фронтальные осадки. Наиболее существенна их роль на юге тропической зоны, особено зимой, когда полярный фронт приближается к южной ее границе. Но помимо циклонической деятельности на полярном фронте в пассатной зоне южной части Индийского океана (как и в других океанических пассатных зонах) наблюдаются «внутримассовый» фронто- и циклогенез. Последние происходят вдоль ложбин низкого давления, разделяющих два последовательно движущихся антициклональных ядра.

Эти, так называемые, внутримассовые фронты движутся обычно на восток вместе с ядрами высокого давления и раз-

деляют относительно свежий поток тропического воздуха, идущий с юга, от более северного потока, возвращающегося по западной периферии смежного восточного ядра (последний поток естественно успевает в большей степени увлажниться и прогреться). По характеру такие фронты чаще всего являются окклюзиями по типу холодного фронта, нередко играющими роль холодных фронтов. С прохождением их обычно связано усиление ветра, иногда до появления шквалов, увеличение облачности и выпадение осадков.

Так же как и деятельность полярного фронта, деятельность внутримассовых фронтов наиболее активно проявляется зимой, когда контрасты температуры достигают максимальных значений. Поэтому зимой режим осадков в зоне иной, чем летом. Но даже и в пределах одного сезона в различных участках зоны пассатов режим осадков существенно различается. Летом меньше всего выпадает осадков на востоке океана, что объясняется преобладанием здесь потоков восточной периферии динамического антициклона и в связи с этим низким положением внутрипассатной инверсии. Местами вероятность дождливой погоды оказывается при этом даже меньшей, чем 1%.

При дальнейшем движении к западу вероятность летних осадков сначала резко возрастает (свыше чем до 15%), а затем снова несколько снижается (до 10%). Подобное распределение осадков наблюдается, кстати сказать, и в пассатной зоне северной Атлантики и объясняется, повидимому, сначала быстрым разрешением накопившихся под инверсией в пассатном потоке запасов влаги, а затем постепенным обеднением пассата влагой при его движении с востока на запад. Возможно, что здесь играет известную роль и некоторое снижение на западе океана внутрипассатной инверсии. Наиболее существенной особенностью зимнего распределения осадков в тропической зоне является значительное увеличение вероятности дождливой погоды на юго-востоке (до 10—15%). Объяснить это увеличение можно ослаблением здесь зимой внутрипассатной инверсии. На первый взгляд кажется, правда, мало вероятным, что ослабление инверсии происходит именно зимой, то-есть в период максимального усиления и развития Южноиндийского антициклона. Но причина заключается в том, что расширение Южноиндийского антициклона зимой приводит к смыканию его с областью высокого давления над Австралией, результатом чего является отсутствие зимой вблизи западных берегов Австралии сильно выраженного южного потока. Хотя зимой здесь, так же как и летом, преобладают ветры южных румбов, но эти ветры связаны скорее с циркуляцией центральной части области высокого давления и не несут холодного воздуха из южных широт океана. Этим же следует объяснить и малую устойчивость Западноавстралийского океанического течения. Зимой Западноавстралийское холодное течение почти

прекращается, оттесняясь от берегов Австралии теплой ветвью Южноэкваториального течения. Воды же последнего оказываются теплее воздуха примерно на 2°.

Таким образом ослабление Западноавстралийского течения, обусловленное ослаблением пассата, ведет к еще большему ослаблению климатологической роли пассатного потока.

Учитывая особенности в свойствах тропического воздуха в различных участках, пассатную зону следует разбить на три климатические области:

1. Восточную область, находящуюся летом под воздействием устойчиво стратифицированных масс морского тропического воздуха восточной периферии Южноиндийского антициклона, зимой же — под воздействием неустойчиво стратифицированных масс морского тропического воздуха центральных районов этого антициклона. Она отличается прохладным, сухим, мглистым летом при теплой и дождливой зиме. Особенностью летнего периода является также возможность посещения этой области тропическими циклонами, зарождающимися севернее, на тропическом фронте.

2. Северо-восточную область, находящуюся летом под воздействием устойчиво стратифицированного морского воздуха, зимой же попадающую под влияние потоков континентального тропического воздуха, оттекающего из центральных районов Австралии. Она отличается более резким годовым ходом температуры воздуха (при весеннем максимуме) и бедностью осадками в течение всего года (особенно в зимне-весенний период). Летом в этой области изредка происходит зарождение тропических циклонов.

3. Западную область, где в течение всего года преобладают потоки неустойчиво стратифицированного морского тропического воздуха. Отличается теплой и сравнительно дождливой погодой в течение всего года.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Над южной частью Индийского океана зимой (август) полярный фронт, определяющий северную границу субтропической зоны, проходит примерно вдоль 35° ю. ш. (от порта Елизабет к южной оконечности Австралии).

Летнее (февраль) его положение можно наметить по возрастанию скоростей ветра, повторяемости штормов, облачности, а также вероятности осадков (главным образом длительных). На западе океана, судя по этим признакам, фронт лежит близ 40° ю. ш. и на востоке близ 45° ю. ш. Согласно с указанным положением южной и северной границы зона субтропиков располагается в южной части Индийского океана примерно между 35 и 40—45° ю. ш., несколько расширяясь на востоке океана.

Климаты Индийского океана

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/сек.	Вероятность штормов %	Облачн. %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха, °С	Разности т-р вода—воздух, °С
Экваториальная		XII—II	СВ, СЗ	3—4	0—1	50—60	15—25	0—1	27,5—28,5	0,6
		III—V	З, СЗ	3—4	0—1	50	15—25	0—1	28,5—29,0	0,7
		VI—VIII	ЮЗ, ЮВ	ю [1]3—5 с 8—9	0—1	50—60	15—25	0—1	27,5—28,0	0,8
		IX—XI	З, ЮЗ	3—5	0—1	50—60	20—30	0—1	27,0—27,5	0,9
Экваториальных муссонов северного полушария		XII—II	СВ	3—5	0—1	с 20—30 ю 40	с 0—1 ю 5—10	0—1	с 23,0—24,5 ю 26,5—27,0	0,7
		III—V	З, ЮЗ	4—5	0—1	с 30—40 ю 40—50	с 0—1 ю 5—10	0—1	27,5—29,5	0,0
		VI—VIII	ЮЗ	8—10	0,5 Ар. море 10—15	60—70	15—25 [до 35]	0—1	27,5—28,5	0,7
		IX—XI	ЮВ, З, СВ	3—5	0—1	40—50	10—15	0—1	26,5—27,5	0,6
Экваториальных муссонов южного полушария		XII—II	СЗ	3—4	0—1	50—60	15—25	0—1	26,0—27,5	0,5
		III—V	ЮВ	3—5	0—1	50—60	15—20	0—1	27,5—28,5	0,5
		VI—VIII	ЮВ	6—7	0—1	50—60	15—20	0—1	25,5—27,5	0,8
		IX—XI	ЮВ	4—5	0—1	50—60	15—20	0—1	27,0—27,5	0,5
Тропическая северного полушария		XII—II	СВ	3—5	0—1	с 20—30 ю 30—40	0—5	0—1	23,0—26,5	0,5
		III—V	СВ	3—4	0—5	с 20—30 ю 30—40	0—1	0—1	27,0—29,0	0,5
		VI—VIII	ЮЗ	8—10	10—20	40—50	0—1	0—1	25,0—26,0	—1,5
		IX—XI	ЮЗ, ЮВ	4—5	0—1	30—40	0—5	0—1	26,0—26,5	0,5
Тропическая южного полушария	Восточная	XII—II	Ю, ЮВ	5—7	1	40—50	1—5	0—1	с 27,0—27,5 ю 18,5—19,5	0,0
		III—V	ЮВ	5—6	1	50	5—10	0—1	с 21,0—25,0 ю 17,5—18,5	0,9
		VI—VIII	ЮЗ, ЮВ, В	5—6	1—5	40—50	10—15	0—1	с 20,0—21,0 ю 15,0—16,0	2,0
		IX—XI	ЮВ	5—6	0—1	40—50	1—5	0—1	с 25,0—26,0 ю 15,0—16,0	1,0
	Северо-восточная	XII—II	ЮЗ	4—5	0—1	50	5—10	0—1	27,0—28,0	0,1
		III—V	ЮВ	4—5	0—1	50—60	1—5	0—1	25,0—27,0	0,5
		VI—VIII	ЮВ	5	0—1	40	5	0—1	с 24,5—25,0 ю 20,0—21,0	1,0
		IX—XI	ЮВ	4—5	0—1	40	0—1	0—1	27,0—29,0	0,5

[1] Цифры, перед которыми стоят обозначения стран света, относятся не ко всей зоне (области), а к соответствующей ее части.

Продолжение

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/с.	Вероятность штормов %	Облачн. %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха С°	Разности т-р вода—воздух С°
Тропическая южного полушария	Западная	XII—II	ЮВ, В	5—6	0—1	50	10—15	0—1	с 26,0—27,0 ю 20,0—21,0	0,4
		III—V	ЮВ, В	5—7	0—5	50	10—15	0—1	с 26,0—27,0 ю 17,0—18,0	1,2
		VI—VIII	В, ЮВ	6—8	0—5	50	в 15—20 з 5—10	0—1	с 25,0—26,0 ю 14,0—15,0	1,0
		IX—XI	В, ЮВ	5—7	0—5	40—50	в 10—15 з 5—10	0—1	с 25,0—26,0 ю 17,0—18,0	0,8
Субтропическая южного полушария	Западная	XII—II	З, ЗЮЗ	6—8	5	50	5—10	1—5	18,5—21,5	2,0
		III—V	З, ЗЮЗ	6—8	5—10	50	10—15	1—5	17,0—19,5	2,0
		VI—VIII	З	7—10	15	50	10—15	1—5	14,5—15,5	2,0
		IX—XI	З	6—9	10	50	10	1—5	14,0—17,5	2,0
	Восточная	XII—II	СЗ, З, ЮЗ	6—8	5—10	50—60	10—15	5—10	с 19,0—20,0 ю 14,0—15,0	0,5
		III—V	СЗ, З, ЮЗ	7—9	10	50—60	15—25	5—10	с 18,0—19,0 ю 14,0—15,0	0,5
		VI—VIII	СЗ, З	9—12	20—25	60—70	20—30	1—5	с 14,0—15,0 ю 9,5—10,5	0,8
		IX—XI	СЗ, З, ЮЗ	8—11	10—15	50—60	15—20	1—5	с 14,0—15,0 ю 10,0—11,0	0,8

В летнее время года эта зона занята преимущественно тропическим воздухом, оттекающим с западными и частично с северными ветрами по периферии динамического антициклона южного Индийского океана. В особых условиях оказывается летом крайний западный участок зоны, расположенный южнее Африки. Преобладающие здесь западные ветры не связаны с циркуляцией Индийского динамического антициклона и являются потоками южной окраины Атлантического антициклона (см. рис. 71). Устойчивость летних ветров по направлению составляет 40—60%. Сила их в среднем 6—8 м/сек.

Вероятность дождливой погоды в зоне субтропиков близка летом к 15%. На западе, где воздух имеет устойчивую стратификацию, осадки наблюдаются летом редко.

Интересно обратить внимание на то, что ослабление здесь образования облаков и осадков происходит, несмотря на весьма значительные положительные разности температур между водой и воздухом. Повидимому, конвективные токи не в силах разрушить мощную внутрипассатную инверсию.

К зиме условия в субтропической зоне резко изменяются. На смену антициклональному режиму погоды приходит активная циклоническая деятельность на полярном фронте. Преобладающий перенос воздуха остается западным.

О резком возрастании к зиме циклонической деятельности можно судить как по значительному усилению ветра, так и по увеличению вероятности облачной и дождливой погоды. Скорость ветра в субтропической зоне достигает зимой в среднем 10—12 м/сек. В 40—45% случаев сила ветра превышает 7 баллов Бофорта, а в 20% зимние ветры достигают силы шторма. Преобладающее направление штормовых ветров юго-западное, то-есть они являются чаще всего ветрами тыловой части циклонов. Пути штормов лежат главным образом с запада на восток согласно с общим здесь перемещением циклонических возмущений.

Субтропическую зону южной части Индийского океана можно разделить на две климатические области: западную и восточную. К последней относятся также и центральные районы.

1. Западная область находится летом под действием устойчиво стратифицированного тропического воздуха атлантического происхождения, зимой же здесь развивается циклоническая деятельность на полярном фронте. Эта область отличается сравнительно высокими температурами воздуха в течение всего года (влияние теплого Игольного течения) и относительно сухой и ясной погодой. По существу эта область является продолжением Восточной области субтропической зоны Атлантического океана в южном полушарии.

2. Восточная область отличается более низкой температурой и значительной дождливостью, особенно в зимние месяцы.

ГЛАВА X

КЛИМАТИЧЕСКИЕ-ОБЛАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

Площадь, занимаемая Тихим океаном, включая прилегающие заливы и моря, составляет свыше 48% всей площади мирового океана. Большая часть его поверхности (60%) лежит в широтах приэкваториальных и тропических. Распределение площади Тихого океана по широтным зонам северного и южного полушарий примерно одинаково в пределах тропических и субтропических широт. В умеренных же и высоких широтах поверхность южного Тихого океана значительно больше, чем северного, что обусловливает более низкую температуру его вод в южном полушарии. Распределение островов по поверхности океана весьма неравномерно. Почти все крупнейшие архипелаги сосредоточены в приэкваториальных и тропических широтах западной части Тихого океана. Восточная же часть океана (примерно к востоку от 150° з. д.) островов почти не имеет. Обилие островов в приэкваториальных и тропических широтах запада Тихого океана несомненно способствует повышению здесь температур воды и воздуха, усиливая, таким образом, различия в термическом режиме запада и востока океана, которые вызываются общими условиями циркуляции как воздуха, так и воды.

Причиной существенного различия между климатическими условиями восточной и западной частей Тихого океана является также различная степень влияния на них со стороны окружающих материков. Западная часть Тихого океана находится под очень сильным воздействием Азии, откуда зимой выносится на океан большое количество континентального воздуха. Материк же Америки существенных возмущений в циркуляционный режим океана не вносит, по причине преобладающего в субтропических и умеренных широтах западно-восточного переноса. Распределение морских течений в Тихом океане сходно с распределением их в Атлантическом и Индийском океанах.

Из холодных течений наибольшее климатическое значение имеют течения вдоль западных берегов континентов Северной и Южной Америки в тропической зоне: Перуанское (Гумбольдта) в южном и Калифорнийское в северном полушарии, и вдоль восточных берегов Азии в умеренной зоне: Камчатское, Курильское, Ойя-Сиво. Из теплых течений наибольшую роль играет Куро-Сиво — у восточных берегов Азии в тропической зоне северного полушария, значительно меньшую — Восточно-австралийское — в тропической зоне южного полушария и, наконец, течения вблизи западных берегов континентов в умеренной зоне: на севере — течения Тессона (Северотихоокеанское) и Аляскинское, на юге — течение мыса Горн.

Так как значительная часть всей поверхности Тихого океана лежит в тропических широтах, то основным циркуляционным процессом над Тихим океаном является, так же как и над Атлантикой и южной частью Индийского океана, формирование тропического воздуха в динамических антициклонах северного и южного полушарий. В восточной части океана, над холодными Калифорнийским и Перуанским течениями, преобладают при этом устойчиво стратифицированные воздушные массы восточной периферии антициклонов. Наиболее активное разрешение энергии влажнонеустойчивости, так же как и в других океанах, происходит в центральных частях пассатных зон. При дальнейшем же движении на запад процессы конвекции ослабевают.

Между зонами пассатов северной и южной части Тихого океана лежит область, где происходит формирование экваториального воздуха. Главные очаги формирования этого воздуха лежат на западе и востоке. В центральной части океана интенсивному формированию экваториального воздуха препятствует большая скорость северо-восточных пассатов. К югу от 35° ю. ш. и к северу от 35—40° с. ш. в зимнее время года большое значение приобретает циклоническая деятельность на полярном фронте. К югу от 45° ю. ш. и к северу от 50° с. ш. циклоническая деятельность становится основным процессом не только зимой, но и летом. В иных условиях оказывается лишь северо-западная часть Тихого океана, находящаяся зимой под влиянием мощного потока континентального воздуха, оттекающего по восточной периферии Сибирского антициклона. Этот холодный поток оттесняет тропический воздух примерно до 30° с. ш. Основным зимним процессом, в связи с этим, в северо-западной части океана является постепенное прогревание и увлажнение холодного и сухого континентального потока при его движении к югу над теплой поверхностью океана и постепенная его трансформация в морской воздух умеренной зоны. Несмотря на движение холодного воздуха над относительно теплой водой, не только фронтальные, но и конвективные осадки на западе океана почти полностью отсутствуют.

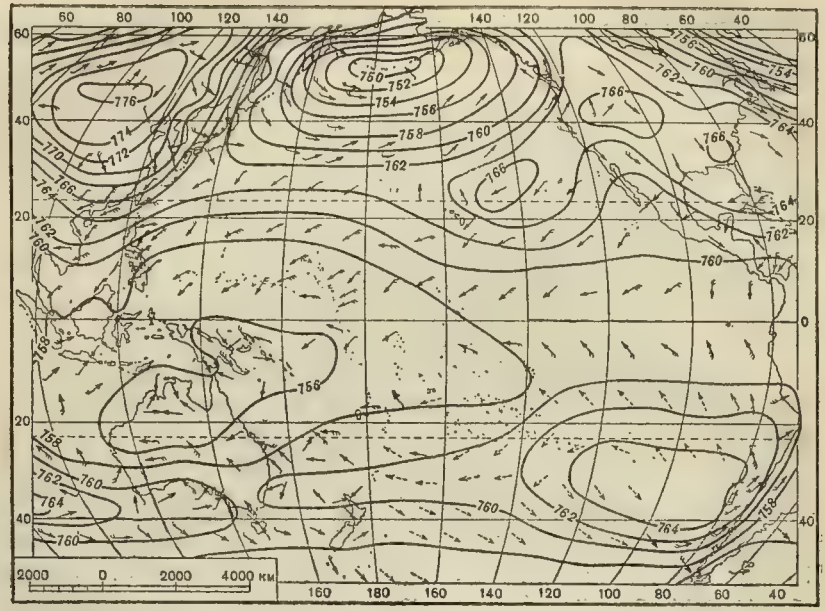


Рис. 80. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Тихим океаном в январе.

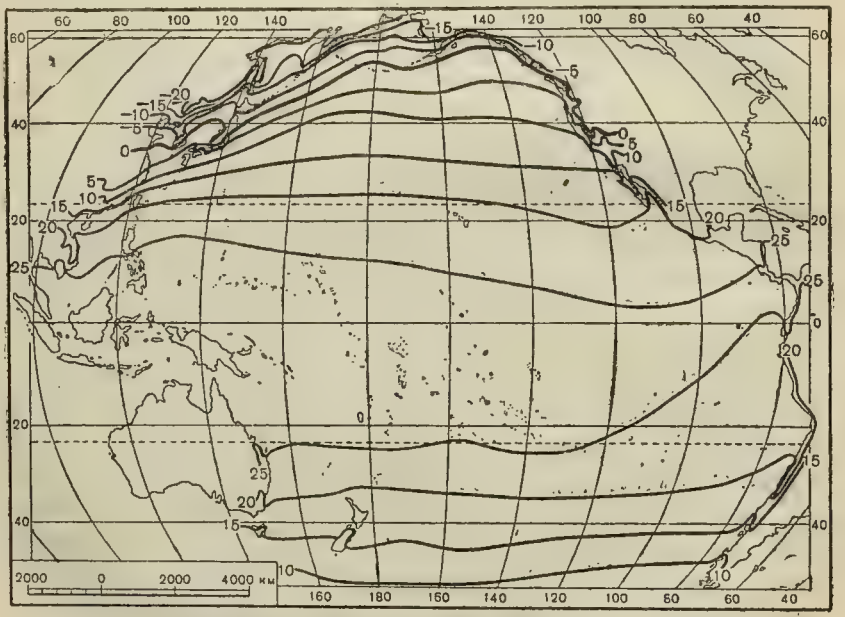


Рис. 81. Температуры воздуха над Тихим океаном в январе.

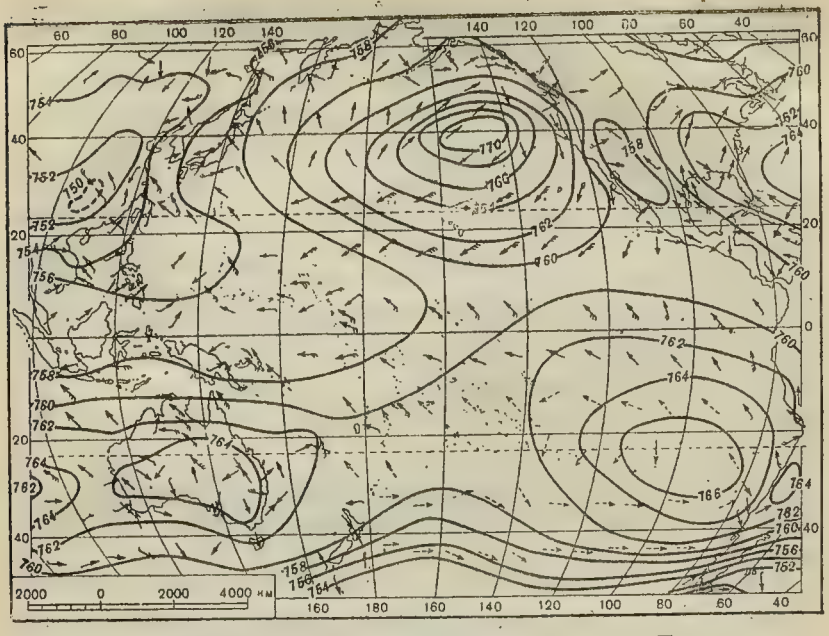


Рис. 82. Атмосферное давление и преобладающие ветры над Тихим океаном в июле.

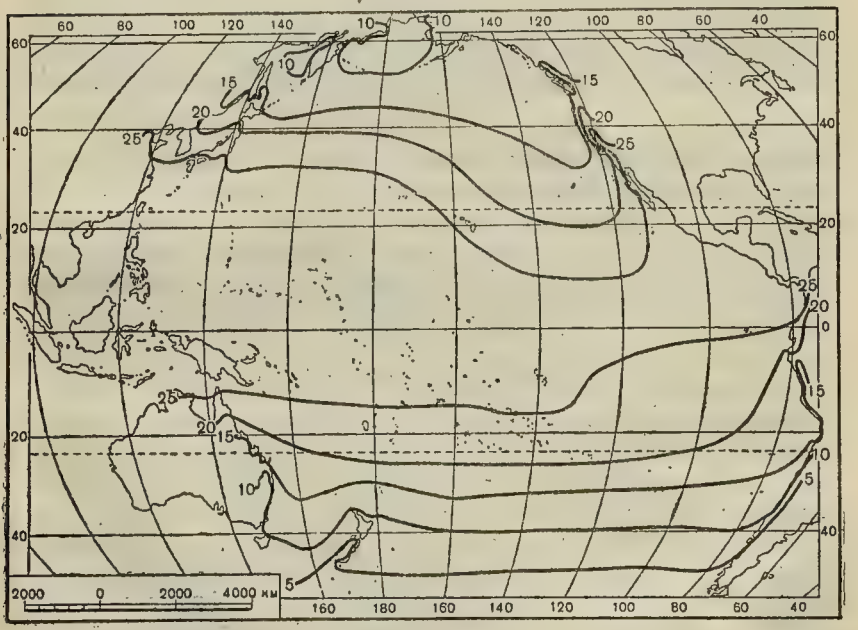


Рис. 83. Температура воздуха над Тихим океаном в июле.

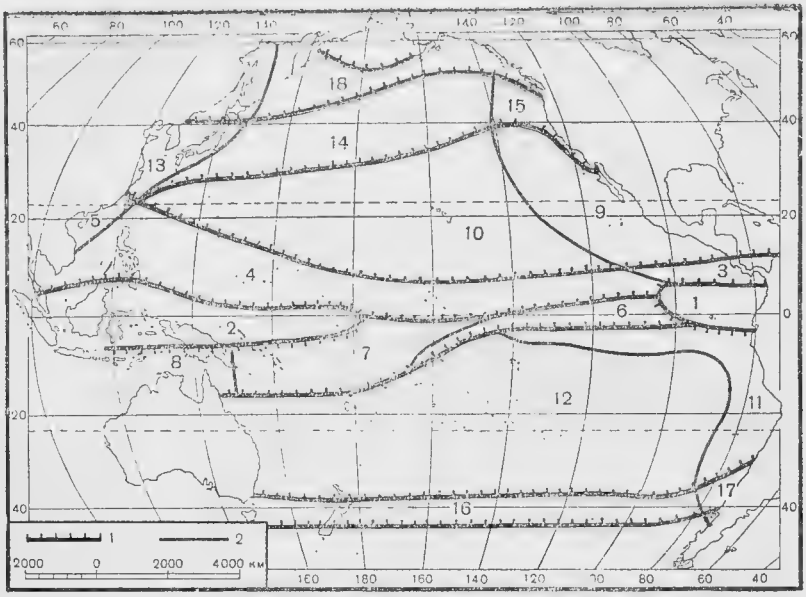


Рис. 84. Схематическая карта климатических зон со входящими в них климатическими областями Тихого океана.

Климатические области. Экваториальная зона: 1 — Восточная, 2 — Западная. Зона экваториальных муссонов северного полушария: 3 — Восточная, 4 — Центральная, 5 — Западная. Зона экваториальных муссонов южного полушария: 6 — Восточная, 7 — Центральная, 8 — Западная. Тропическая зона северного полушария: 9 — Восточная, 10 — Западная. Субтропическая зона южного полушария: 11 — Восточная, 12 — Западная. Субтропическая зона северного полушария: 13 — Западная, 14 — Центральная, 15 — Восточная. Субтропическая зона южного полушария: 16 — Западная, 17 — Восточная. Умеренная зона северного полушария: 18 — (одна область). Границы: 1 — зон, 2 — областей.

Связано это с наличием низкой инверсии температуры в потоке, образовавшейся еще над холодным материком. Летом, с прекращением континентального муссона и установлением океанического, область океана, прилегающая к берегам Азии, так же бедна осадками, как и зимой, что связано с охлаждением воздуха над холодными морскими течениями.

ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ ЗОНА

Формирование экваториального воздуха над Тихим океаном происходит из воздуха пассатов северного и южного полушарий, увлажняющегося при движении над поверхностью океана. Границы между пассатами и экваториальным воздухом, в очаге его формирования, не являются фронтальными и определяются лишь степенью трансформации тропического воздуха. Только на востоке океана, где тропический фронт весь год лежит в северном полушарии и где северо-восточный пассат

таким образом не протекает через экватор, северная граница экваториальной зоны может быть определена зимним положением тропического фронта, как зоной встречи пассатных потоков северного и южного полушарий.

О степени трансформации воздуха пассатов, позволяющей установить границы экваториальной зоны, можно судить по косвенным признакам — по усилению вероятности осадков, особенно ливневых, и по увеличению повторяемости облаков конвекции. Важным признаком является также ослабление ветра. Так как область слабых ветров прерывается зимой над центральной частью океана, то нет и непрерывной полосы экваториального воздуха, простирающейся с запада на восток через весь океан. Судя по картам ветров, по картам осадков, а также картам облаков, в Тихом океане имеются две области, где формирование экваториального воздуха происходит в течение всего года. Одна из этих областей лежит на западе, у берегов Азии, другая — на востоке, вблизи берегов Америки. Восточная часть расположена почти полностью в северном полушарии, простираясь от экватора до 5—6° с. ш. и на запад, примерно до 105° з. д. Западная же часть экваториальной зоны простирается от островов Зондского архипелага, примерно до 180° з. д., занимая в ширину 3—6° к северу и 3—5° к югу от экватора (см. рис. 84). Сюда же попадает южная часть Филиппинских островов.

Как для восточной, так и для западной части экваториальной зоны характерны слабые ветры (3—5 м/сек.), незначительный годовой ход температуры (0,5—1,5°), более низкие температуры воздуха, чем температуры воды и связанное с этим интенсивное развитие конвекции.

В годовом ходе температуры воздуха по всей зоне отчетливо намечается весенний (северного полушария) максимум, связанный с зенитным положением солнца и с ослаблением выноса относительно холодного воздуха из южного полушария, в результате ослабления и смещения к югу Южнотихоокеанского динамического антициклона. Распределение облаков и осадков носит примерно тот же характер, что и в экваториальной зоне Атлантического и Индийского океанов. Преобладающей формой осадков здесь являются конвективные (ливневые). В годовом ходе максимум осадков приходится на сравнительно холодный летне-осенний период, когда положительная разность температур «вода — воздух» достигает наибольшего значения (см. рис. 63 и 85 а и б).

Но, несмотря на общие в основном черты климата западной и восточной областей формирования экваториального воздуха над Тихим океаном, в некоторых отношениях они существенно отличаются друг от друга. На востоке Тихого океана тропический фронт весь год лежит в северном полушарии. Это ведет к тому, что восточная часть, в которой запасы экватори-

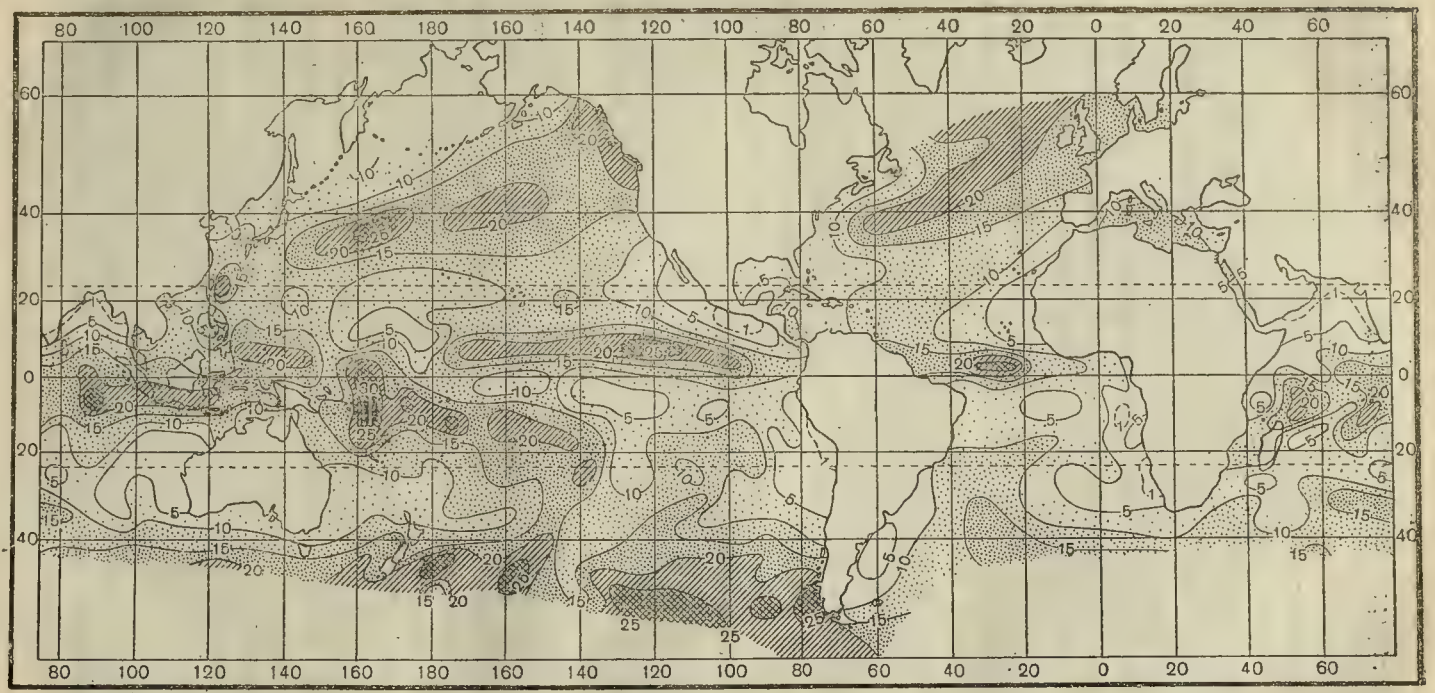


Рис. 85а. Повторяемость выпадения осадков в декабре — феврале (*из атласа Макдональда*).

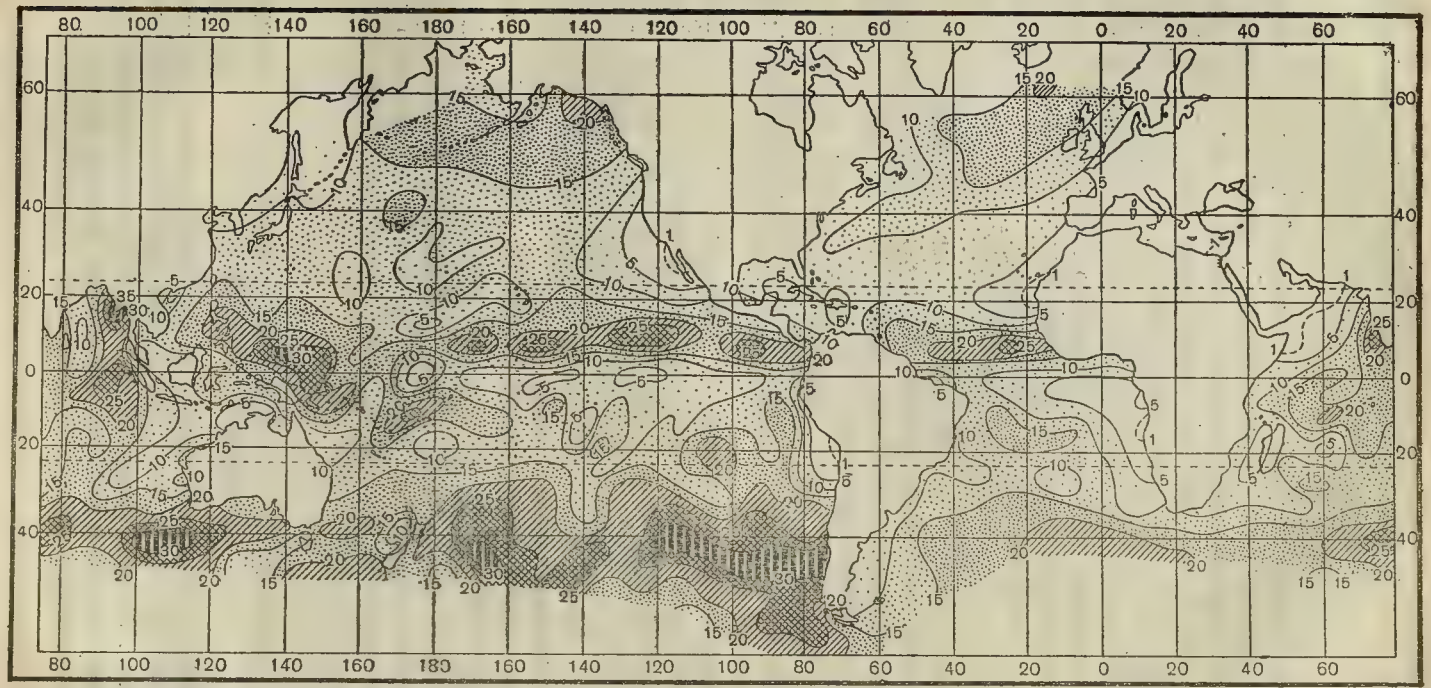


Рис. 85б. Повторяемость выпадения осадков в июне — августе *(из атласа Макдональда)*.

ального воздуха пополняются относительно холодным пассатом южного полушария, проходящим предварительно над холодным Перуанским течением, оказывается холоднее западной.

Западная часть экваториальной зоны Тихого океана, являющаяся продолжением экваториальной зоны Индийского океана, оказывается теплее восточной, кроме того, еще благодаря обилию имеющихся здесь островов. В связи со сравнительно низкой для экваториальной зоны температурой воздуха (24,5—26,0° С), в восточной области возрастает разность температур «вода—воздух», что способствует интенсивному развитию конвекции. Наибольшего развития конвекция достигает в летне-осенний период северного полушария, когда температура воздуха падает здесь особенно низко и разность температур между водой и воздухом достигает наибольшей величины (до 1,5°). Усиление конвективной деятельности ведет к повышению вероятности ливней и значительному увеличению облачности (более 7 баллов). Увеличение облачности происходит за счет именно кучево-грозовых облаков, что подтверждается описаниями очевидцев, позволяющими судить о характере происходящих здесь процессов.

Следует отметить, однако, что, при большей по сравнению с западом мощности процессов конвекции, повторяемость их в восточной области не превышает 10—20%, оставаясь меньшей, чем на западе.

Это связано, повидимому, с меньшим на востоке влагосодержанием экваториального воздуха. Мощность конвекции в нем связана именно с незавершенным еще процессом трансформации и с бурными прорывами сквозь слой внутрипассатной инверсии. Происходят эти прорывы при переходе воздушного потока с вод холодного Перуанского течения на теплые экваториальные воды.

В западной области средние месячные температуры воздуха колеблются от 27,5 до 28,5° С. Разности же температур между воздухом и водой не превышают здесь 0,6—0,8° С. Высокое влагосодержание воздуха в западной области является причиной частого выпадания осадков. В месяцы наибольшего развития конвекции (летом) вероятность дождливой погоды достигает местами 25—30%.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Субэкваториальная зона или зона экваториальных муссонов характеризуется сезонной сменой преобладающих воздушных масс. Летом преобладает неустойчиво-стратифицированный и обладающий большими запасами тепла и влаги экваториальный воздух. Зимой на смену ему приходит морской тро-

пический воздух, несколько менее теплый и влажный внизу и значительно более сухой и холодный на высотах.

С севера субэкваториальная зона ограничивается летним положением тропического фронта, который в данном случае отчетливо выявляется в поле ветра на августовской карте, как линия сходимости пассатов северного и южного полушарий. Южная граница субэкваториальной зоны на востоке океана определяется зимним положением тропического фронта, также отчетливо выраженным в поле сходимости воздушных потоков (на февральской карте) и подтверждается распределением силы ветра, облаков и осадков. Таким образом субэкваториальная зона тянется через Тихий океан от Азии до Америки. У берегов Азии она простирается от центральной части Малаккского полуострова примерно до Шанхая. Далее на восток полоса муссонов значительно сужается и у берегов Америки располагается примерно между 7 и 11° с. ш.

Как можно видеть из карт ветров [1], переход от зимнего муссона к летнему происходит в разных участках рассматриваемой зоны разновременно. Летний (экваториальный) муссон раньше всего устанавливается и дольше всего держится на востоке зоны (с мая по ноябрь). На западе он наблюдается только с июня по август. В центральной же части океана летний муссон устанавливается позже всего и держится с августа по октябрь. Поступление экваториального воздуха на западе и востоке зоны экваториальных муссонов происходит с юго-западными ветрами из очагов его формирования на западе и на востоке экваториальной зоны. В центральной же части Тихого океана, где круглогодичного формирования экваториального воздуха не наблюдается, трансформация тропического воздуха происходит непосредственно в самой зоне экваториальных муссонов.

Погода в период экваториального муссона примерно та же, что и в экваториальной зоне: слабые ветры (3—5 м/сек.), высокие значения температуры воздуха, значительная повторяемость конвективных облаков и осадков. Наряду с ливневыми, большое развитие имеют здесь также осадки фронтальные, выпадающие на тропическом фронте. Повторяемость этих фронтальных («длительных») осадков даже несколько больше, чем ливневых. Западная половина зоны, примерно до 170—180° в. д., изобилующая островами, оказывается заметно теплее восточной. Средние температуры составляют здесь 27—28 и даже 29°, в то время, как на востоке они не превышают 26—27°.

Движение в западной половине зоны теплого воздуха, над относительно холодной водой, способствует устойчивости его

---

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

стратификации. В то время, как на востоке зоны в летнее время года вода теплее воздуха более чем на 1°, на западе температуры воды и воздуха сближаются, и разность их даже меняет знак (в среднем вода оказывается на 0,5° холоднее воздуха). Поэтому развитие конвекции на западе зоны идет менее интенсивно, чем на востоке.

Особенно мало осадков выпадает в этот период в Тонкинском заливе, где сказывается также задерживающее влияние полуострова Индокитая по отношению к влажным юго-западным ветрам. Совершенно обратное наблюдается летом в восточной части субэкваториальной зоны. Здесь в период летнего муссона конвекция и фронтальные процессы наиболее интенсивны, результатом чего является увеличение вероятности осадков до 20—25% и увеличение облачности до 8 баллов.

Как отмечалось ранее, особенностью летнего периода в субэкваториальной зоне является зарождение тропических циклонов с ураганной силы ветрами. Особенно славятся здесь циклонами конец лета и начало осени. Чаще всего циклоны (тайфуны) отмечаются на западе океана. Здесь повторяемость их достигает в среднем 22 в год. В центральной части океана повторяемость циклонов мало изучена, на востоке же зоны, у берегов Америки, они наблюдаются в среднем только три раза в год. Пути тропических циклонов направлены на северо-запад в соответствии с циркуляцией воздуха в Тихоокеанской области высокого давления (см. рис. 66).

Зимний (тропический) муссон представляет собой северо-восточный пассат, несущий морской тропический воздух северного полушария. Как можно видеть из карт ветров, на востоке эти воздушные массы поступают по восточной периферии Гавайского антициклона, частично же это атлантический пассат, переваливающий через перешеек Центральной Америки. В центральной части зоны зимний муссон представляет собой поток южной периферии Гавайского антициклона. На западе же в пассат втекает также континентальный воздух Азии, трансформирующийся над океаном. Различные свойства всех этих воздушных потоков ведут к значительному различию в период зимнего муссона и между отдельными участками зоны, более или менее единой по своим свойствам летом.

Распределение всех метеорологических элементов в период зимнего муссона весьма неравномерно. Это можно видеть по средним температурам воздуха, изменяющимся от 26—27° на востоке до 13—14° на северо-западе зоны, по скорости ветра, колеблющейся от 3—4 м/сек. на востоке до 6—8 м/сек. на западе, по вероятности осадков, меняющейся от 5—10% на востоке и западе до 20—25% в центральных районах зоны.

Слабее всего отражается влияние зимнего муссона на режиме центральной части зоны, куда попадает неустойчиво стратифицированный поток южной периферии Гавайского

антициклона, близкий по своим свойствам к экваториальному воздуху.

На западе зоны зимний муссон, являясь прежним континентальным азиатским воздухом, несет резкое похолодание и большую изменчивость температуры. Будучи намного холоднее поверхностных слоев воды (разность температур воды и воздуха достигает 3—4°), зимний муссон не дает здесь, тем не менее, заметного усиления конвекции. С установлением его, наоборот, связано уменьшение вероятности дождливой погоды, увеличение повторяемости облаков слоистых форм, а к концу сезона и появление туманов (до 5% вероятности). Причина этих явлений, говорящих об устойчивой стратификации атмосферы, связана с условиями формирования воздушных масс в континентальном антициклоне. Благодаря оседанию воздуха в антициклоне, а также охлаждению его приземных слоев, в нем возникает инверсия температуры. Разрушение же этой инверсии в пассатном потоке над океаном происходит лишь постепенно. Туманы, наблюдающиеся зимой и весной на западе субэкваториальной зоны, относятся к так называемым туманам испарения с поверхности относительно теплой воды. Быстрому рассеиванию этих туманов препятствует наличие температурной инверсии. Надо все-таки отметить, что указанные явления у берегов Азии в субэкваториальной зоне выражены значительно менее резко, чем в более высоких широтах.

Иначе протекает смена муссонов в восточной части субэкваториальной зоны. Стратификация северо-восточного пассата, сформировавшегося над холодным Калифорнийским течением, отличается большей вертикальной устойчивостью, чем стратификация летнего экваториального муссона. Кроме того, здесь несомненно играют роль в формировании зимнего муссона и массы воздуха атлантического происхождения, бедные влагой после перехода через гористый перешеек Центральной Америки. Поэтому вероятность дождевых облаков и осадков на востоке субэкваториальной зоны от лета к зиме падает еще более резко, чем на западе.

Учитывая особенности как летнего, так и главным образом зимнего муссона, в субэкваториальной зоне Тихого океана, в северном полушарии следует выделить три климатические области:

1. Восточную, в которой летом преобладает неустойчиво стратифицированный экваториальный воздух, зимой же — устойчиво стратифицированный и относительно сухой тропический воздух.

2. Центральную, где в период летнего муссона преобладает экваториальный воздух, зимой же — тропический воздух, близкий по своим свойствам к экваториальному. Отличается теплым дождливым летом и такой же зимой.

3. Западную, в которой летом преобладает наиболее теплая разновидность экваториального воздуха, зимой же — относительно холодный тропический, образовавшийся из холодного континентального воздуха, сохраняющего характерную температурную инверсию.

ЗОНА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ МУССОНОВ (СУБЭКВАТОРИАЛЬНАЯ) ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

В южном полушарии в Тихом океане муссонный режим выражен значительно слабее, чем в северном. В то время, как в северном полушарии зону экваториальных муссонов можно проследить от берегов Азии и до берегов Америки, в южном она достаточно отчетливо обнаруживается лишь в западной части океана. Восточнее 170° в. д. тропический фронт весь год расположен к северу от экватора, и таким образом, сезонной смены воздушных потоков здесь не наблюдается.

На западе летний муссон устанавливается с января по апрель.

В период господства летнего муссона климатические условия близки к условиям экваториальной зоны. О значительной все же роли фронтальных процессов здесь можно судить по повышенной повторяемости слоистодождевых облаков и длительных осадков. Обилием островов в этой части океана объясняется исключительно большая повторяемость гроз.

Особенностью летнего времени года в западной половине субэкваториальной зоны является зарождение тропических циклонов с ураганными ветрами. Однако они наблюдаются здесь значительно реже, чем в северном полушарии (в среднем 4—6 циклонов в год). Наиболее часто циклоны наблюдаются между Явой и северо-западными берегами Австралии. Пути этих циклонов направлены сначала на юго-запад и затем на юго-восток, соответственно с циркуляцией западной периферии Южнотихоокеанского антициклона. Изредка они заходят и на материк Австралии.

Зимний муссон, как можно видеть из карт распределения воздушных течений, устанавливается на западе субэкваториальной зоны с апреля, на востоке же — с июля и господствует во всей зоне по ноябрь — декабрь, представляя собой в основном юго-восточный поток морского тропического воздуха, оттекающий по северной периферии Южнотихоокеанского антициклона. Западнее Новой Гвинеи зимний муссон, сохраняя то же юго-восточное направление, состоит преимущественно из континентального тропического воздуха Австралии, оттекающего по северной периферии возникающей зимой над этим континентом области высокого давления. Различные свойства воздушных масс, составляющих зимний муссон, ведут к значительному различию в зимнее время года и в климатических

условиях отдельных районов зоны. Общим для всей зоны является усиление к зиме муссонного течения до 5—7 м/сек. и увеличение его устойчивости по направлению (свыше 80%). На крайнем западе, где проявляется влияние Австралии, годовая амплитуда температуры составляет около 4° С, то-есть на 2° больше, чем в других районах. Искажается, кроме того, годовой ход температуры. Наиболее высокие температуры наблюдаются здесь не летом, а в первые и особенно в последние месяцы действия континентального муссона. Так, осенью температура воздуха составляет на западе зоны 28—29°, то-есть примерно на 3°С выше, чем в более восточных районах. Напротив, к середине зимы запад становится на 0,5—1,0° холоднее востока. Очень неравномерно в период зимнего муссона распределяются по зоне облака и осадки. В центральных районах океана, где свойства зимнего и летнего потоков близки, дождливая погода и грозы наблюдаются зимой так же часто, как и летом. В то же время на западе океана, где зимний муссон несет континентальный воздух, и на востоке океана, где воздух зимой устойчиво стратифицирован, дожди, грозы, а также и облака дождевых форм, зимой почти отсутствуют.

Учитывая, главным образом, различия, создающиеся в период зимнего муссона, в субэкваториальной зоне Тихого океана в южном полушарии следует выделить три климатические области:

1. Восточную, в которой летний экваториальный муссон сменяется зимой устойчиво стратифицированным пассатом. Эта область отличается дождливым летом и сухой зимой.

2. Центральную, где летний и зимний муссоны оба неустойчиво стратифицированы, и где зимой и летом одинаково часто наблюдается дождливая погода. Зима отличается только более сильными ветрами.

3. Западную, где зимний муссон в значительной мере составлен из континентального тропического воздуха Австралии. Отличается дождливым, как и в других районах, с частыми грозами летом и относительно холодной, сухой зимой. Наиболее высокие температуры наблюдаются в переходные сезоны, когда действует еще австралийский муссон, имеющий весной и осенью более высокую температуру, чем зимой.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

В тропической зоне преобладающей воздушной массой круглый год является тропический воздух. Как ранее было указано, этот воздух отличается от экваториального большей устойчивостью стратификации, особенно на востоке океана, где внутрипассатная инверсия наиболее низка. Границы тропической зоны определяются на юге летним положением тропического и на севере зимним положением полярного фрон-

тов. Между этими двумя фронтами располагается «пояс высокого давления», образованный устойчивыми динамическими антициклонами, в которых и происходит формирование тропического воздуха.

О летнем тропическом фронте было подробно сказано выше. Зимнее положение полярного фронта менее определенно, и в поле воздушных потоков он выражен весьма нечетко. Наметить его положение все же возможно по резкому усилению зимой к северу от фронта циклонической деятельности, о чем, помимо непосредственного увеличения повторяемости циклонов, говорит увеличение вероятности штормов, облачности и дождливой погоды. Наиболее резко возрастает при этом повторяемость слоисто-дождевых облаков и обложных («длительных») осадков. Подтверждением, как на других океанах, служит также близость биологической границы (см. рис. 65), разделяющей тепловодные и холодноводные формы жизни в поверхностных слоях океана.

Говоря о северной границе пассатной зоны, нельзя не упомянуть о работе Ричардсона, посвященной специально определению зимнего положения полярного фронта над северной частью Тихого океана [1]. По Ричардсону, полярный фронт располагается значительно севернее. Особенно велика разница в восточной части океана, где северная граница зоны намечается нами у северных берегов полуострова Калифорнии, по Ричардсону же полярный фронт уходит к Алеутским островам. Причина расхождения лежит, очевидно, в том, что Ричардсон наметил линию фронта по оси, соединяющей центры областей максимальной повторяемости зимних циклонов (см. рис. 86); в действительности же циклоны, возникающие на фронте, в результате окклюзии смещаются далеко к северу от линии фронта. Генеральное положение фронта должно поэтому лежать не вдоль полосы максимальной повторяемости циклонов, но южнее ее, особенно в восточной части океана, где большая часть циклонов, имеющих общее движение к северо-востоку, наиболее удаляется к северу. Подтверждением правильности намечаемой нами границы является распределение на севере Тихого океана зимних температур воздуха. При положении полярного фронта по Ричардсону средние температуры зимних месяцев на севере тропической зоны оказываются ниже 5°, что противоречило бы существующим представлениям о температуре тропического воздуха.

Тропическая зона северной части Тихого океана наибольшее пространство охватывает на востоке океана. Здесь она простирается от залива Фонсека в Центральной Америке к северу полуострова Калифорнии. На западе пассатная зона достигает района островов Рю-кю (см. рис. 84). До берегов

[1] Ричардсон Р. В. (Richardson R. W.), 1936.

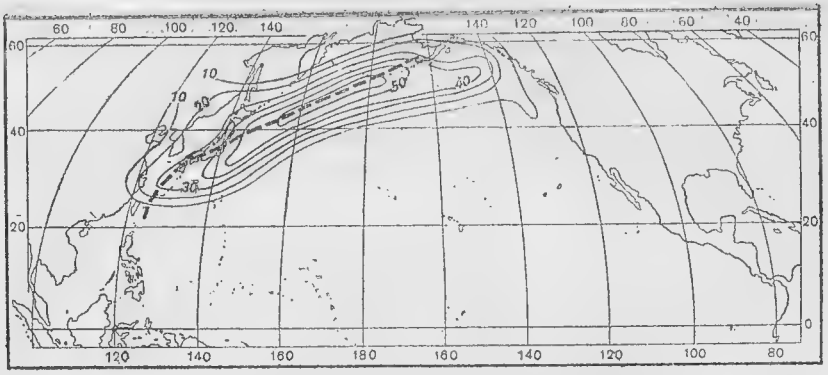


Рис. 86. Повторяемость зимних циклонов в северной части Тихого океана и зимнее положение полярного фронта *(по Ричардсону)*.

Азии тропический воздух зимой здесь не доходит, оттесняемый мощным потоком с Азиатского континента. Развитием Сибирского антициклона объясняется и то, что северо-западный участок пассатной зоны выходит в это время года из сферы влияния Гавайского максимума. Как видно из распределения воздушных течений, наблюдающиеся здесь зимой северо-западные ветры не имеют ничего общего с преобладающим в остальной части тропической зоны морским пассатом и оттекают по восточной периферии Сибирского антициклона (см. рис. 80). За исключением северо-западного участка тропической зоны, формирование тропического воздуха происходит в течение всего года в системе динамического Гавайского антициклона.

Зимой, когда центр антициклона смещается ближе к экватору, в северной части зоны появляются также ветры юго-западных направлений, связанные с западной периферией антициклона. Но ветры эти — крайне неустойчивы и охватывают лишь незначительный участок зоны. Существенной особенностью тропической зоны на востоке является воздушное течение атлантического происхождения, перетекающее через гористый перешеек Центральной Америки.

Сезонные смещения Гавайского антициклона определяют собой не только направление воздушных потоков в пассатной зоне, но оказывают влияние и на их скорость. Так как пассатный поток наименьшую скорость имеет в центральной части антициклона, то зимой, когда антициклон лежит в пределах пассатной зоны, скорость ветра здесь составляет в среднем всего лишь 3—4 м/сек. Летом же, когда центр антициклона уходит к северу, наименьшие скорости ветра отмечаются на севере зоны. Зимой по направлению к северу, а летом к югу наблюдается непрерывное усиление скорости ветра, что в основ-

ном связано с усилением циклонической деятельности. Повторяемость тропических циклонов в восточной части зоны (от берегов Северной Америки до 120—130° з. д.) составляет примерно 3 в год. Пути циклонов лежат главным образом на северо-запад, но у берегов Америки они иногда отклоняются к северу-востоку, затягиваясь в летнюю депрессию над континентом.

Изотермы воды и воздуха имеют по всей тропической зоне более или менее широтное направление, значительно отклоняясь к югу лишь на востоке. Последнее объясняется влиянием преобладающего здесь воздушного течения с севера по восточной периферии Гавайского антициклона. Особенно резко отклонение изотерм к югу заметно летом, когда в циркуляцию восточной периферии антициклона вовлекается воздух умеренной зоны. Наиболее низкие температуры воды и воздуха отмечаются в течение всего года на северо-востоке тропической зоны. Средние температуры воздуха зимой составляют здесь 11—12°, летом 16—17°. На западе тропической зоны, куда приходит воздух, проделавший долгий путь над теплым океаном, и где отсутствуют холодные океанические течения, температуры значительно выше. Наиболее теплой является юго-западная часть, где средняя температура воздуха зимой составляет 25—26°, летом же 27—28°.

Осадков в тропической зоне выпадает значительно меньше, чем в субэкваториальной. На востоке океана, где преобладает устойчиво стратифицированный воздух, вероятность осадков составляет менее 5% случаев наблюдений. Некоторое влияние на ослабление осадков здесь имеет также приток воздуха с континента.

В центральной части океана вероятность дождливой погоды возрастает до 15%, что объясняется ослаблением внутрипассатной инверсии и освобождением запасов влаги, накопившихся под низкой инверсией на востоке океана. При дальнейшем движении к западу летом повторяемость осадков снова несколько снижается (до 10%). Зимой вероятность дождливой погоды на северо-западе тропической зоны, наоборот, резко увеличивается (до 15—20%), что объясняется приближением к этим районам полярного фронта.

Помимо осадков, связанных с деятельностью основных фронтов, в пассатной зоне Тихого океана, так же как и в Индийском и Атлантическом, существенную роль играют внутримассовые фронты, разделяющие воздушные течения двух смежных ядер высокого давления (см. например, рис. 87). Наибольшей активностью эти фронты отличаются в зимнее время года, когда температурные контрасты между встречными потоками, огибающими два смежных ядра, особенно велики.

Годовой ход осадков в тропической зоне выражен весьма слабо. Но тем не менее можно установить, что в центральных

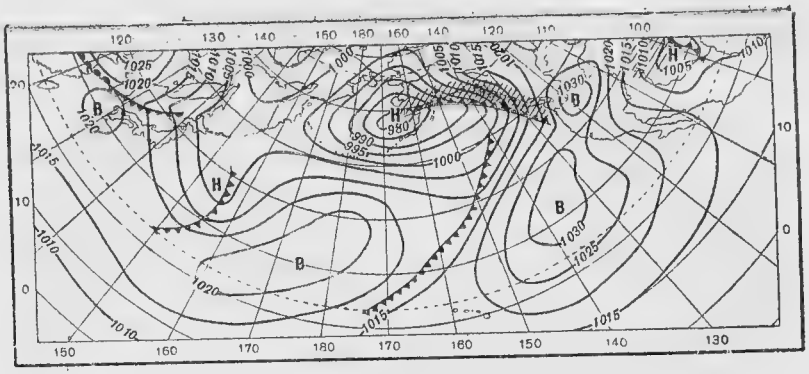


Рис. 87. Возникновение внутримассового фронта в тропической зоне (20/II 1937 г.) (из синоптических карт США).

частях океана максимум вероятности дождливой погоды приходится на зимне-весенний период. Связано это с усилением как фронтальных процессов, так и внутримассовой конвекции, поскольку поверхность океана в холодное время года значительно теплее воздуха. На юго-западе тропической зоны, наоборот, увеличение дождливости наблюдается в летне-осенний период. На северо-западе максимум осадков снова переходит на зиму в связи с приближением полярного фронта.

Учитывая особенности в условиях циркуляции масс морского тропического воздуха, пассатную зону северной части Тихого океана можно таким образом разделить на две климатические области:

1. Восточную область, находящуюся в течение всего года под действием устойчиво стратифицированных масс тропического воздуха восточной периферии динамического антициклона. Эта область отличается крайним недостатком осадков и пониженной температурой воздуха, особенно на севере.

2. Западную область, где весь год преобладает неустойчиво стратифицированный тропический воздух. Отличается теплой и сравнительно дождливой погодой в течение всего года.

ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Южная граница тропической зоны в южном полушарии определяется зимним (август) положением полярного фронта, ограничивающим распространение в тропические широты воздушных масс умеренного пояса. В центральной части океана этот фронт проявляется, как линия сходимости северо-западных потоков тропического воздуха западной периферии Южнотихоокеанского антициклона и юго-западных потоков воздуха умеренного пояса, оттекающего по северной периферии областей низкого давления. На западе и востоке океана полярный фронт выявляется в поле преобладающих ветров

очень нечетко, и наметить его можно только по возрастанию к югу от него циклонической деятельности. За отсутствием карт повторяемости циклонов для южного полушария судить о таком возрастании можно лишь по косвенным признакам: по усилению скорости и уменьшению устойчивости ветров, по увеличению повторяемости штормов, а также по увеличению облачности и частоты выпадения осадков [1]. Особенно усиливается к югу повторяемость облаков слоисто-дождевых форм и осадков фронтального характера. Намечаемая нами граница лежит примерно у 37—38° ю. ш. на западе и 35° ю. ш. на востоке океана. При таком ее положении зимние температуры тропического воздуха оказываются выше 12—13°, так же, как и в северном полушарии. Эта климатическая граница близко подходит к биологической границе, разделяющей тепловодные и холодноводные формы жизни в поверхностных водах океана (по Шотту).

На севере пассатная зона южной части Тихого океана граничит с субэкваториальной зоной, а близ берегов Америки — с зоной экваториального воздуха.

Согласно указанному, зона тропического воздуха простирается на западе Тихого океана от широты Мельбурна до полуострова Йорк и на востоке океана от островов Хуан-Фернандес до Галапагосских островов. Протяженность южной пассатной зоны Тихого океана является, таким образом, наибольшей по сравнению с протяженностью других климатических зон, как в Тихом, так и в других океанах.

Формирование тропического воздуха в рассматриваемой зоне происходит в устойчивом динамическом антициклоне южной части Тихого океана. Антициклон этот, как видно из карт давления и ветров, имеет два отчетливо выраженных центра. Восточный центр лежит вблизи 100° з. д. и испытывает сезонные смещения примерно от 40° ю. ш. до южного тропика. Западный центр летом лежит к северо-востоку от Новой Зеландии, в районе островов Кермадек (180°). Зимой же западный антициклон смыкается с областью высокого давления, возникающей в это время года над Австралией, так что центр области высокого давления располагается над материком.

Распределение воздушных потоков в южной тропической зоне Тихого океана, в связи с наличием двух центров высокого давления, несколько более сложно, чем в других океанических пассатных зонах. Тем не менее, преобладающими и здесь являются восточные и юго-восточные пассатные потоки, оттекающие по восточной и северной периферии антициклонов. Наибольшей устойчивостью (60—80%) пассат отличается на востоке океана, что связано с большей мощностью восточного

---

[1] Атлас климатических карт океанов (Atlas of the climatic charts of the oceans), 1938.

антициклонального ядра. На юге пассатной зоны, в областях между 100—120° з. д. и 150—170° в. д., наблюдаются также северо-восточные и северо-западные ветры западной периферии антициклонов. В районе восточного антициклона эти ветры наблюдаются в течение всего года. На западе же они отмечаются лишь в летнее время года, так как зимой центр западного антициклона смещается на материк Австралии. Так как западный антициклон смыкается зимой с областью высокого давления над Австралией, то вблизи восточных берегов Австралии должен в зимнее время года наблюдаться перенос континентального воздуха с материка. На восточном берегу Австралии континентальное зимнее течение действительно имеет довольно высокую повторяемость и существенно влияет на климатический режим берега. Но по мере удаления от берегов Австралии в океан влияние его очень быстро сходит на-нет. Поэтому и нет оснований выделять у восточных берегов материка какой-либо особый климатический район.

С сезонными смещениями центров повышенного давления связано и изменение скорости ветра. Наименьшие скорости наблюдаются вблизи центров антициклонов. Летом, в связи со смещением этих центров к югу, слабые ветры (3—4 м/сек.) отмечаются на юге тропической зоны, наиболее сильные (5—6 м/сек.) — на севере ее. Зимой же наименьшие скорости ветра наблюдаются в центральных областях зоны. Быстрое возрастание зимой скорости ветра на юге тропической зоны (8—9 м/сек.) связано не столько с удалением от центра антициклона, сколько с приближением к полярному фронту. Существенное климатологическое значение имеет и летняя циклоническая деятельность на тропическом фронте, следствием которой является возникновение в западной половине зоны тропических циклонов. Чаще всего циклоны отмечаются в районе между Австралией и Маркизскими островами (4—6 в год), преимущественно с декабря по март. Пути тропических циклонов имеют направление сначала с северо-востока на юго-запад, затем поворачивают к юго-востоку и выходят из пределов тропической зоны. На сушу они, как правило, не заходят, так как этому, видимо, препятствует горный хребет, располагающийся вдоль восточного берега Австралии.

По температурным условиям южная тропическая зона Тихого океана неоднородна: западные ее районы значительно теплее восточных. Объясняется это тем, что на востоке океана преобладают холодные воздушные потоки с юга, оттекающие по восточной периферии динамического антициклона и охлаждающиеся дополнительно над холодным Перуанским течением, поверхность которого в течение всего года холоднее нижних слоев пассата. На западе же океана преобладают ветры восточных румбов, несущие прогревающийся над теплым океаном воздух. Температура поверхности океана на западе

почти на 1° теплее воздуха, что связано с наличием теплого Восточноавстралийского течения, а также с обилием островов.

На восточной периферии западного антициклона также отмечается некоторое снижение температур воды и воздуха.

Наиболее теплым является северо-западный участок тропической зоны. Температура нижнего слоя пассата как летом, так и зимой превышает здесь 27°. Наиболее холодной частью является юго-восток, где средние температуры воздуха составляют 11—12° зимой и 15—16° летом. Весьма неоднородна тропическая зона и в отношении распределения осадков. Восточные районы океана, прилегающие к берегам Южной Америки, в связи с наличием низкой внутрипассатной инверсии, крайне бедны осадками. Вероятность здесь дождливой погоды в течение всего года — менее 5%, а вблизи берегов местами даже менее 1%. При переходе пассатного потока с холодного Перуанского течения на более теплые воды вероятность дождливой погоды резко возрастает и в центральных областях океана достигает 20%. Далее к западу, как и в северной части Тихого океана, вероятность дождливой погоды снова несколько снижается.

Годовой ход осадков в тропической зоне выражен слабо. Тем не менее, в центральных районах тропической зоны можно заметить некоторый рост дождливости в холодное время года, как результат усиления конвекции. На западе же наиболее часто дождливая погода наблюдается в теплое время года.

В тропической зоне южной части Тихого океана можно выделить две климатические области: восточную и западную.

1. Восточная область, находящаяся под влиянием устойчиво стратифицированного потока восточной периферии антициклона, отличается сравнительно низкой температурой воздуха, бедностью осадками и более частым появлением туманов и мглы.

2. Западная область находится под влиянием неустойчиво стратифицированных масс тропического воздуха и отличается повышенной дождливостью в течение всего года. К этой области относится и центральная часть зоны.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Пространство, занимаемое субтропической зоной в северной части Тихого океана, ограничено летним и зимним положениями Тихоокеанского полярного фронта. Южная граница субтропической зоны, определяемая зимним положением полярного фронта, как уже говорилось, намечается, хотя и нечетко, от островов Рю-кю к северной части полуострова Калифорнии. Так как тропическая зона северной части Тихого океана не доходит до берегов Азии, то западнее островов

Рю-кю субтропическая зона граничит непосредственно с субэкваториальной. Северная граница субтропической зоны определяется летним положением фронта, который возникает при встрече масс тропического воздуха, оттекающих по северной периферии Гавайского антициклона, с воздухом умеренной зоны, движущимся по южной периферии Алеутской депрессии, а на западе океана — по южной периферии Охотского антициклона.

Положение полярного фронта в центральной части океана довольно отчетливо выражено в поле ветров в сентябре. Кроме того, установить положение этого фронта можно по усилению к северу от него циклонической деятельности, о чем можно судить по возрастанию скоростей ветра, увеличению облачности и более частому выпадению длительных осадков.

Намечаемое нами положение фронта на востоке океана проходит около 40° с. ш. между островами Хондо и Хоккайдо. Далее к востоку фронт располагается несколько севернее и подходит к берегам Америки на широте острова Ванкувер (50° с. ш.).

Согласно с намеченными границами, субтропическая зона северной части Тихого океана простирается через океан с юго-запада на северо-восток. У берегов Азии она лежит между 30 и 40° с. ш., занимая, таким образом, Желтое море и южную половину Японского, у берегов же Америки она располагается севернее, между 40 и 50° с. ш.

В летнее время года в субтропической зоне преобладает тропический воздух Гавайского антициклона (см. рис. 88). На востоке преобладают северо-западные ветры восточной периферии антициклона, в центральных областях зоны — юго-западные и южные ветры западной его периферии и на западе — юго-восточные ветры, связанные, с одной стороны, с антициклоном, с другой, — с системой летней Маньчжурской депрессии.

Наибольшие скорости ветра в летнее время наблюдаются на севере субтропической зоны, в связи с близостью полярного фронта, а также в юго-западном участке зоны, у берегов Азии, куда приближается тропический фронт. С тропическим фронтом связано также частое появление на юго-западе субтропической зоны тропических циклонов (тайфунов), число которых в среднем составляет 24 в год. Тайфуны наблюдаются главным образом в конце лета и в начале осени, когда фронт занимает наиболее северное положение. Пути тайфунов в низких широтах лежат с юго-востока на северо-запад, в субтропической зоне — с юго-запада на северо-восток, в соответствии с циркуляцией Гавайского антициклона. Чаще всего они проходят южнее Японских островов. В тех случаях, когда тайфуны попадают на полярный фронт, они проникают в северные области Японии и даже к берегам Камчатки.

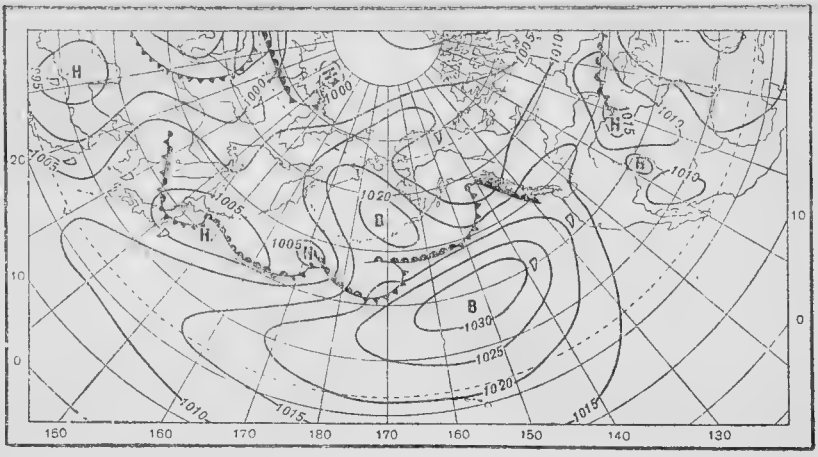


Рис. 88. Типичные синоптические условия летнего периода в северной части Тихого океана (7/VIII 1937 г.) (из синоптических карт США).

Температурные условия в субтропической зоне в летнее время года существенно отличаются на западе и на востоке. Восточная часть зоны летом холоднее западной, что объясняется преобладанием северных ветров восточной периферии Гавайского антициклона, а также влиянием холодного Калифорнийского течения. На западе же зоны в это время преобладают южные ветры, несущие теплый воздух из более южных районов океана.

Наиболее холодной является северо-восточная часть зоны; средние температуры летних месяцев у берегов Америки составляют 12—13°. Наиболее же теплым оказывается юго-западный участок, где средние температуры июля и августа достигают 27—28°. Летняя температура поверхности воды океана субтропической зоны близка к температуре воздуха или несколько ниже ее. Наибольшие отрицательные разности температур «вода — воздух» наблюдаются на западе субтропической зоны, где юго-восточный поток тропического воздуха на 0,5° теплее вод Куро-Сиво. Так как относительно низкие температуры поверхности океана не способствуют развитию конвекции, то во всей субтропической зоне в летнее время года наблюдается высокая относительная влажность (более 90%), туманы и у берегов — мгла. Облака слоистых форм преобладают над кучевыми.

В связи с наиболее северным в летнее время года положением Тихоокеанского полярного фронта пути циклонов лежат преимущественно за пределами субтропической зоны, и фронтальные процессы развиты летом сравнительно слабо. Но тем не менее, даже и летом, в субтропической зоне отчетливо

проявляется преобладание фронтальных процессов над внутримассовыми, и «длительные» (фронтальные) осадки наблюдаются здесь в два раза чаще ливневых.

Благодаря недостаточному развитию конвективных и фронтальных процессов вся зона субтропиков в летнее время сравнительно бедна осадками. Особенно мало выпадает осадков на востоке в силу низкого здесь положения инверсии. Вероятность дождливой погоды близ берегов Северной Америки составляет всего около 5%. Заметно больше осадков (10—15%) выпадает летом над центральными районами океана, где внутрипассатная инверсия лежит, повидимому, выше уровня конденсации. Западные районы субтропической зоны, по данным корабельных наблюдений, почти так же бедны осадками, как и восточные. Вероятность дождливой погоды в прибрежных водах Азии в летнее время года — около 10% и менее. Таким образом, ни в Желтом, ни в Японском морях не наблюдается такого летнего обилия осадков, как на побережьях этих морей. Очевидно, только после вступления морского тропического воздуха на разогретую поверхность континента в нем возникают условия для бурного развития конвекции, в результате чего разрешается накопленная энергия влажнонеустойчивости.

Большую роль в усилении осадков на берегах играет и увеличение трения при переходе воздушного потока с водной поверхности на сушу, особенно в случае гористого характера берегов.

В зимнее время года, благодаря перемещению полярного фронта к южной границе зоны, режим погоды резко меняется (см. рис. 89). Большая часть зоны оказывается в этот период под действием почти непрерывно смещающихся с юго-запада на северо-восток полярнофронтовых циклонов. Наиболее активной областью циклогенеза является при этом область Японских островов и Восточнокитайского моря, отличающаяся резко контрастными температурами поверхностных вод. По Бьерсу [1], разница в температуре воды достигает здесь 10° на 400 миль (вдоль юго-западных берегов Японии текут теплые воды Куро-Сиво, вдоль же северо-западных и западных ее берегов течет холодное течение, берущее начало в Татарском проливе). Вероятно, именно в связи с этим, 70% всех фронтальных систем (по Бьерсу), возникающих зимой на севере Тихого океана, формируются в указанной области, и даже старые окклюзии, приходящие сюда с Азиатского континента, обостряются здесь вновь.

Дальнейшее движение циклонов полярного фронта происходит на северо-восток к Алеутским островам. Это подтверждается исследованиями Ричардсона и др. В районе Алеутских

[1] Бьерс Г. Р. (Byers H. R.), 1934.

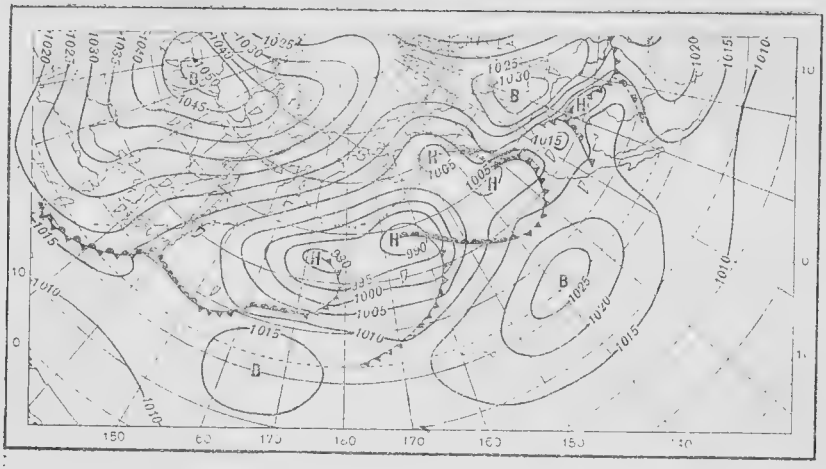


Рис. 89. Типичные синоптические условия зимнего периода в северной части Тихого океана (10/I 1912) (из синоптических карт США).

островов эти циклоны часто замедляют свое движение и углубляются, в связи с чем преобладающее на средней карте зимнее распределение воздушных потоков над большей частью субтропической зоны и определяется циркуляцией в системе центральной Алеутской депрессии.

Преобладающими зимними ветрами на востоке субтропической зоны являются юго-западные, связанные с южной периферией Алеутской депрессии, а также с северной периферией значительно ослабленного в это время года и смещенного к берегам Америки Гавайского антициклона. В западной же части зоны зимой преобладают ветры северо-западных румбов, оттекающие по юго-западной периферии Алеутской депрессии и восточной периферии Сибирского антициклона.

Температуры воздуха в зимнее время года значительно снижаются; возрастают горизонтальные градиенты температуры. Наибольшее сгущение изотерм наблюдается на западе зоны, где происходит трансформация холодного континентального воздуха. Зимние температуры на северо-западе зоны близки к 0°, в то время как на юго-западе они приближаются к 14—15°. Северо-западный участок в зимнее время года является самым холодным во всей зоне субтропиков, и зимние осадки здесь выпадают в форме снега. На востоке же выпадение снега наблюдается преимущественно в умеренной зоне.

Наряду с прогреванием воздуха, по мере его движения к югу, идет и его увлажнение. Увеличивается также и относительная влажность: на севере она составляет 75—80%, а на юге — свыше 85%.

Температура поверхности воды в зимнее время года во всей субтропической зоне выше температуры нижних слоев воздуха. Наибольшие положительные разности температур «вода — воздух» (до 5°) наблюдаются на западе океана, что объясняется как низкими температурами континентального воздуха, так и влиянием теплого течения Куро-Сиво. Но, как и на северо-западе Атлантики, несмотря на очень большую разность температур воды и воздуха, не только бурного, но даже сколько-нибудь существенного развития конвекции на западе субтропиков Тихого океана не наблюдается. Препятствием к развитию конвекции является наличие инверсии температуры, образовавшейся в воздушном потоке еще над холодным континентом. Эта инверсия обусловливает у берегов Азии в зимнее время года крайне слабое развитие дождевых облаков, и зимой осадков здесь почти так же мало, как и летом. Наличием этой же инверсии объясняется появление на западе субтропической зоны, хотя и редких, зимних туманов в результате накопления влаги под инверсией. За исключением западной, муссонной области, по всей зоне субтропиков вероятность дождливой погоды в зимнее время года резко возрастает (до 20—25%), что объясняется циклонической деятельностью, происходящей здесь на полярном фронте. Фронтальные, длительные осадки наблюдаются при этом в два-три раза чаще осадков внутримассовых, ливневых. Наибольшее количество зимних осадков выпадает над центральными областями океана, так как в восточной части океана большая часть циклонов проходит севернее субтропической зоны.

С усилением циклонической деятельности, кроме того, связано резкое возрастание зимой по всей зоне скоростей ветра (в среднем до 7—9 м/сек.), а также вероятности штормов (до 10—15%). Особенно усиливаются ветры в центральных районах океана, отличающихся наибольшей частотой прохождения циклонов.

Направление штормовых ветров в субтропической зоне — преимущественно западное и северо-западное. Повидимому, чаще всего — это ветры тыла циклонов полярного фронта. Лишь на западе зоны, где циклоническая деятельность развита слабо, северо-западное направление штормовых ветров связано не с прохождением циклонов, но с северо-западным муссоном.

Учитывая особенности в свойствах преобладающих масс воздуха, в субтропической зоне северной части Тихого океана следует выделить три климатические области:

1. Западную область, отличающуюся муссонным режимом. Летом в ней преобладает устойчиво стратифицированный морской тропический воздух, зимой же — холодный континентальный воздух Азии. Отличается теплым, бедным осадками, туманным и мглистым летом и холодной, малоснежной, ветреной,

нередко со штормовой погодой зимой. Весьма важной особенностью летнего периода является прохождение тайфунов.

2. Центральную область, где летом преобладает тропический, сравнительно устойчиво стратифицированный воздух, зимой же морской воздух умеренной зоны, стратифицированный неустойчиво. Отличается дождливым, туманным летом и обильной осадками, ветреной, с частыми штормами зимой. Максимум осадков приходится на зиму. Выпадают осадки зимой преимущественно в виде дождя (хотя бывает и снег).

3. Восточную область, где зимние условия сходны с условиями в центральной области, летом же преобладает весьма устойчиво стратифицированный поток морского тропического воздуха восточной периферии динамического антициклона. Отличается прохладным, бездождным, туманным и мглистым летом при теплой, дождливой и ветреной (нередко до штормов) зиме.

СУБТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Северная граница субтропической зоны в южном полушарии, отграничивающая ее от зоны тропического воздуха, как уже говорилось, определяется достаточно четко в центральной части и менее определенно на востоке и западе океана.

Южная граница связана с летним (февральским) положением полярного фронта, наметить положение которого можно только по возрастанию к югу от него скоростей ветра, штормовой деятельности и вероятности облачной и дождливой погоды. Согласно этим признакам, южная граница зоны субтропиков лежит примерно вдоль 45° ю. ш. (При таком ее положении летние температуры тропического воздуха, как и в северном полушарии, имеют значения не ниже 11—13°).

Таким образом, субтропическая зона Тихого океана располагается в южном полушарии между 35 и 45° ю. ш. На западе океана эта зона простирается от южной оконечности Тасмании до широты Мельбурна. У берегов же Америки она располагается между островом Чилое на юге и островами Хуан-Фернандес на севере.

В летнее время года во всей зоне преобладает тропический воздух, формирующийся в субтропических антициклонах. Преобладающими являются ветры западных румбов, дующие на южной периферии антициклонов. Однако достаточно резко это преобладание выражено лишь у берегов Америки.

Летняя погода в субтропической зоне отличается от погоды в соседней, пассатной зоне усилением скорости ветра (до 5—7 м/сек.), снижением температуры воздуха и увеличением вероятности дождливой погоды. В термическом отношении в летнее время года субтропическая зона не вполне однородна.

Наиболее холодным оказывается ее восточный участок, прилегающий к берегам Южной Америки. Это объясняется преобладанием здесь ветров южных румбов восточной периферии антициклона, а также низкими температурами Перуанского холодного течения. Поэтому наиболее низкие температуры воздуха отмечаются летом на юго-востоке зоны (12—13°), наиболее же высокие наблюдаются на северо-западе (17—18°С).

Температура воды в большей части зоны на 0,5—1° выше температуры воздуха. Лишь на востоке зоны воды Перуанского течения оказываются на 0,3—0,5° холоднее нижних слоев пассатов.

Выделяется восточная часть зоны и в отношении распределения летних осадков. Над большей частью зоны вероятность дождливой погоды составляет летом 15—20%; на востоке осадки выпадают почти в два раза реже. Объясняется это преобладанием на востоке весьма устойчиво стратифицированного воздуха. Наличие в этом потоке низкой инверсии температуры препятствует развитию дождевых форм облаков и выпадению осадков. Однако в среднем и здесь осадков выпадает больше, чем в зоне пассатов.

В зимнее время года, в связи со смещением области высокого давления к северу, основной формой циркуляции во всей зоне становится циклоническая деятельность на полярном фронте. Несмотря на неустойчивость воздушных течений, в циклонах все же обнаруживается преобладание ветров западной четверти, соответствующих северной периферии области низкого давления на юге океана (60—70° ю. ш.). Скорость ветра в зимнее время года во всей субтропической зоне резко возрастает (до 7—9 м/сек.). Преобладающее направление зимних штормовых ветров юго-западное, т. е. они, так же как и летние штормы, являются чаще всего холодными потоками тыловой части циклонов.

Количество осадков к зиме резко возрастает и вероятность дождливой погоды достигает 25—30%. По характеру зимние осадки, так же как и летние, являются преимущественно фронтальными. Но увеличение количества осадков в зимнее время года связано не только с усилением циклонической деятельности, но и с усилением конвекции, так как зимой возрастают положительные значения разностей температур между водой и воздухом.

Так как в зимний период вся зона охвачена циклонической деятельностью, в значительной степени нивелирующей климатические различия, то особенности различных областей зоны проявляются лишь летом. Поэтому, учитывая главным образом особенности летней циркуляции, в субтропической зоне южной части Тихого океана можно выделить две климатические области:

1. Западную область, где зимняя циклоническая деятельность сменяется летом повышенным давлением при неустойчивой стратификации воздуха. Отличается дождливым летом и дождливой, ветреной, с частыми штормами зимой. Наибольшее количество осадков выпадает зимой.

2. Восточную область, где зимняя циклоническая деятельность сменяется летом течением восточной периферии антициклонов. Отличается прохладным, сухим летом и ветреной, дождливой зимой.

УМЕРЕННАЯ ЗОНА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Южной границей умеренной зоны служит летнее положение полярного фронта, северной — зимнее положение арктического фронта.

Как было показано ранее, летом полярный фронт пролегает от севера Кореи, южнее острова Хоккайдо, постепенно приближаясь затем к 50° с. ш., и подходит к берегам Америки на широте острова Ванкувер. Зимнее положение арктического фронта в Тихом океане, определяющее северную границу умеренной зоны, в силу большой его подвижности не выявляется достаточно четко в поле преобладающих ветров. Ввиду слабой метеорологической освещенности северных районов океана, не могут быть использованы и другие характерные признаки, которые могли бы помочь установить положение арктического фронта. Поэтому северная граница умеренной зоны определяется ориентировочно по положению оси Алеутской депрессии. На востоке океана признаком положения арктического фронта является также регенерация полярнофронтовых циклонов в районе полуострова Аляски. Намечаемая нами северная граница умеренной зоны на западе океана проходит на широте северной Камчатки, далее идет южнее Алеутских островов и подходит к берегам Америки у 60° с. ш. Таким образом, умеренная зона занимает наибольшую часть океана у берегов Азии, где простирается от северной оконечности острова Хондо почти до 60° с. ш. Восточная половина зоны значительно у́же, особенно в центральной части. У берегов Америки умеренная зона снова несколько расширяется и располагается примерно между 50 и 60° с. ш.

В течение всего года преобладающим процессом в умеренной зоне является циклоническая деятельность летом — на полярном, зимой — на полярном и арктическом фронтах.

В л е т н е е время года преобладающими в умеренной зоне воздушными течениями являются западные и юго-западные, оттекающие по южной периферии слабо выраженной в это время года Алеутской депрессии и по северной периферии Гавайского максимума. Устойчивость преобладающего направления ветров 40—60%, скорость в среднем 3—5 м/сек.; штормы

наблюдаются очень редко. В термическом отношении умеренная зона летом сравнительно однородна. Средние температуры воздуха возрастают с севера на юг от 8 до 15°. Поверхность океана в летнее время года несколько холоднее воздуха (на 0,3—0,5°С). С этим связано значительное количество туманов и преобладание облаков слоистых форм. Наиболее интенсивны летние туманы в районах концентрации льдов или выхода на поверхность холодных глубинных вод.

Облачность в среднем в умеренной зоне составляет летом 7—8 баллов. Наиболее часты облака слоистых форм и фронтальные, слоисто-дождевые облака. Облака кучевые весьма редки.

Осадков выпадает значительное количество, повторяемость их достигает 20%. По характеру осадки почти исключительно фронтальные, так как развитию внутримассовых процессов препятствует наличие отрицательных разностей температур между водой и воздухом. Наибольшей дождливостью отличается конец лета и осень, что связано, повидимому, с наибольшим в это время года влагосодержанием заполняющего теплые секторы циклонов морского тропического воздуха.

В зимнее время года над большей частью умеренной зоны, за исключением крайнего западного ее участка, условия циркуляции остаются в общих чертах близкими к летним.

Особенностями зимнего периода является лишь более частое окклюдирование полярнофронтовых циклонов и усиление циклоничности на арктическом фронте (особенно на севере зоны). И то и другое является результатом зимнего смещения к югу как полярного, так и арктического фронтов.

Преобладающими воздушными течениями зимой остаются, как и летом, западные и южные течения, связанные с южной и восточной периферией Алеутской депрессии. Последняя в зимнее время усиливается (по термическим причинам), следствием чего является замедление движения циклонов, способствующее в свою очередь общему углублению депрессии.

Градиенты давления и силы ветра в умеренной зоне к зиме значительно возрастают. Наибольшие скорости ветра наблюдаются при этом в центральных районах океана, в среднем до 8—9 м/сек. Преобладающее западное и северо-западное направление этих ветров соответствует потокам тыловых частей циклонов. Циклоническим характером зимних ветров объясняется и то, что увеличение их скоростей сопровождается резким уменьшением устойчивости ветра по направлению. Осадки в зимнее время года, как и летом, преобладают фронтальные. Однако следует отметить некоторое усиление роли конвективных процессов в зимнее время года. Последнее объясняется резким изменением зимой соотношения в умеренной зоне между температурами воды и воздуха. Если летом вода холоднее

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/с.	Вероятность штормов %	Облачн. %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха С°	Разности т-р вода – воздух С°
Экваториальная	Восточная	XII—II	ЮВ	3—4	0—1	60—70	10—20	0—1	25,0—25,5	0,5
		III—V	ЮВ	3—4	0—1	50—60	10—15	0—1	25,5—27,0	0,5
		VI—VIII	ЮВ	3—5	0—1	70	10—20	0—1	24,0—26,0	1,1
		IX—XI	ЮЮВ, ЮЮЗ	3—5	0—1	70	15—20	0—1	23,5—25,5	1,1
	Западная	XII—II	СВ, СЗ	3—4	0—1	50—60	15—25	0—1	27,5—28,0	0,5
		III—V	СВ, СЗ	3—4	0—1	40—50	10—20	0—1	27,5—28,5	0,3
		VI—VIII	ЮВ	3—4	0—1	40—50	15—30	0—1	27,5—28,0	0,7
		IX—XI	ЮВ	3—4	0—1	50	10—25	0—1	27,5—28,0	0,6
Экваториальных муссонов северного полушария	Восточная	XII—II	СВ	3—4	0—1	40—50	5—10	0—1	25,0—26,0	0,5
		III—V	СВ	3—4	0—1	50—60	10—15	0—1	26,0—27,5	0,5
		VI—VIII	ЮЗ	3—4	0—1	70	20—25	0—1	26,0—27,0	1,0
		IX—XI	ЮЗ	3—4	0—1	60—70	20—25	0—1	25,5—26,5	0,8
	Центральная	XII—II	СВ	6—8	0—1	50	15—20	0—1	26,0—27,0	0,5
		III—V	СВ	5—6	0—1	40—50	15—25	0—1	26,0—27,5	0,5
		VI—VIII	СВ	4—5	0—1	50—60	15—25	0—1	26,0—28,5	0,5
		IX—XI	ЮЗ, ЮВ	3—5	0—1	50—60	20—30	0—1	26,0—28,5	0,5
	Западная	XII—II	СВ	6—8	1—5	60	5—10	1—5	с[1] 13,0—14,0 ю 24,0—25,0	с 3,5 ю 0,8
		III—V	СВ	3—5	0—1	50—70	5—15	1—5	с 20,0—21,0 ю 26,0—27,0	0,8
		VI—VIII	ЮЗ	3—5	1—5	50	10—15	0—1	27,5—28,0	—0,5
		IX—XI	СВ	5—7	1—5	50	10	0—1	с 22,0—23,0 ю 27,0—28,0	с 1,0 ю 0,3
Экваториальных муссонов южного полушария	Восточная	XII—II	ЮВ	3—5	0—1	40—50	15—20	0—1	25,5—26,5	0,0
		III—V	ЮВ	3—4	0—1	40—50	10—15	0—1	26,0—27,5	0,0
		VI—VIII	ЮВ	5—6	0—1	40	5—10	0—1	25,0—26,0	0,6
		IX—XII	ЮВ	4—6	0—1	30—40	1—5	0—1	25,0—26,5	0,6
	Центральная	XII—II	СЗ, СВ	3—4	0—1	50	20—30	0—1	27,5—28,0	0,3
		III—V	ЮВ, СВ	3—4	0—1	50	15—20	0—1	25,0—27,5	0,3
		VI—VIII	ЮВ, В	5—7	0—1	50	15—25	0—1	25,0—27,5	0,6
		IX—XI	ЮВ	4—6	0—1	50	15—25	0—1	25,5—27,5	0,4

[1] Цифры, перед которыми стоят обозначения стран света, относятся не ко всей зоне (области), а к соответствующей ее части.

Продолжение

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/с.	Вероятность штормов %	Облачн. %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха С°	Разность т-р вода—воздух С°
Экваториальных муссонов южного полушария	Западная	XII—II	СЗ	3—4	0 1	50 - 60	15—25	0 - 1	27,5—28,0	0,5
		III—V	СЗ	3—5	0—1	40—50	10—20	0 - 1	28,0—29,0	0,0
		VI—VIII	ЮВ	5—7	0 1	30—40	5—10	0—1	24,0—27,0	— 0,5
		IX—XI	ЮВ	4—5	0—1	30—40	0—5	0 - 1	27,5—28,5	— 1,5
Тропическая северного полушария	Восточная	XII—II	СЗ, СВ	3—5	1 - 5	ю 30—40 с 50—60	1—5	1—5	с 11,0—12,0 ю 25,0—26,0	0,8
		III—V	СЗ, СВ	3 - 5	0 - 1	ю 30—40 с 50—60	1 - 5	0—1	с 12,0—13,0 ю 26,0—27,0	0,8
		VI—VIII	СЗ, СВ	3—4	0 - 1	50—70	1—5 (ю до 20)	1—5	с 16,0—17,0 ю 26,0—27,5	с 0,3 ю 0,8
		IX—XI	СЗ, СВ	3 - 4	0—1	40—50	1 - 5 (ю до 20)	юз 0—1 св 10—15	с 16,0—17,0 ю 26,0—27,0	с 0,5 ю 0,8
	Западная	XII—II	СВ, СЗ	6—7	0—5	40—60	5—15	0—1	св 13,0—14,0 юз 25,0—26,0	в 0,5 сз 3,0
		III—V	СВ, В	4 - 6	0—5	40—60	5—15	0—1	св 14,0—15,0 юз 26,0—27,0	0,5
		VI—VIII	СВ, В, ВЮВ	3—4	0—5	40—60	5—15	0—1	св 17,0—18,0 юз 27,0—28,0	0,3
		IX—XI	СВ, В, ВЮВ	4—6	0 - 1	40—60	5—10	0 - 1	св 17,0 - 18,0 юз 27,0 - 28,0	в 0,5 сз 1,0
Тропическая южного полушария	Восточная	XII—II	Ю, ЮВ	3—5	0—1	60	1—5	1—5	ю 15,0—16,0 с 24,0 - 25,0	0,3
		III—V	ЮВ	2—5	0 - 1	60	1—5	1—5	ю 14,0—15,0 с 23,0—24,0	0,0
		VI—VIII	ЮВ	3—5	1—5	70—80	1—5	1—5	ю 11,0—12,0 с 22,0—23,0	—0,1
		IX—XI	ЮВ	3—5	0—1	70	1—5	0—1	ю 16,0—17,0 с 23,0—24,0	0,0
	Западная	XII—II	ВЮВ, В	3—6	0—1	40 - 60	10—20	0—1	ю 17,0—18,0 с 27,0—28,0	0,5
		III—V	ВЮВ, В	4—7	1 - 5	40 - 60	10—20	0 - 1	ю 13,0—14,0 с 27,0—28,0	0,7
		VI—VIII	В, ЮВ, ЮЗ	6—8	1—5	40 - 60	10—20	0 - 1	ю 12,0—13,0 с 27,0—28,0	1,8
		IX—XI	В, ЮВ, ЮЗ	4—7	1—5	40—60	в 15 - 25 з 5—10	0—1	ю 15,0—16,0 с 27,0—28,0	0,5
Субтропическая северного полушария	Западная	XII—II	СЗ	5—7	5	50—60	10—15	1	с 1,0— 2,0 ю 14,0—15,0	4,5
		III—V	СЗ	4 - 6	1—5	50 - 60	5 - 15	1 - 5	с 6,0— 7,0 ю 19,0—20,0	1,5
		VI—VIII	ЮВ	3 - 4	0—1	50—60	10	5—15	с 19,0—20,0 ю 27,0—28,0	— 0,5
		IX—XI	СЗ	4—5	1—5	50	5—10	0—1	с 8,0— 9,0 ю 21,0—22,0	1,5

Продолжение

Зоны	Области	Сезоны	Преобл. направл. ветра	Ср. скор. ветра м/с.	Вероятность штормов %	Облачн. %	Вероятн. осадков %	Вероятн. туманов %	Средняя температура воздуха С°	Разности т-р вода—воздух С°
Субтропическая северного полушария	Центральная	XII—II	СЗ, З, ЮЗ	7—9	з 10–15 в 5—10	60—70	15—25	1—5	св 8,0— 9,0 юз 12,0—13,0	в 1,5 з 3,5
		III—V	СЗ, ЮЗ	5—7	5	70	15—20	1—5	св 8,0— 9,0 юз 14,0—15,0	в 0,3 з 0,8
		VI—VIII	ЮВ, ЮЗ, Ю	4–5	0—1	70—80	10—15	10–20	св 15,0—16,0 юз 25,0—26,0	0,0
		IX—XI	ЮВ	5–7	5—10	60—70	15—20	1—5	св 12,0—13,0 юз 22,0–23,0	в 0,4 з 0,8
	Восточная	XII—II	ЮЗ	5—6	5	60—70	15–20	1—5	с 6,0— 7,0 ю 11,0—12,0	0,8
		III—V	ЮВ	4–6	1–5	60	10—15	1—5	с 7,0— 8,0 ю 11,0—12,0	0,2
		VI—VIII	СЗ	3—5	0—1	60	5—10	5—10	с 12,0—13,0 ю 14,0—15,0	0,0
		IX–XI	СЗ	4–6	5	50–60	10—20	5—15	13,0—15,0	0,3
Субтропическая южного полушария	Западная	XII—II	З, СЗ	5—7	1–5	60—70	15—20	1—5 (до 10)	ю 13,0—14,0 с 17,0—18,0	0,5
		III—V	З, СЗ	6–8	5—10	60—70	20—30	1—5	ю 9,0–10,0 с 14,0—15,0	0,3
		VI—VIII	СЗ, З, ЮЗ	8—9	10—15	60	20–30	0—1	ю 6,0— 7,0 с 12,0—13,0	в 1,0 з 2,5
		IX—XI	СЗ, З, ЮЗ	7—9	5—10	60—70	20—25	1—5	ю 11,0—12,0 с 14,0–15,0	0,5

	Восточная	XII—II	ЮЗ	5—6	1–5	60	10	1—5	ю 12,0—13,0 с 15,0—16,0	—0,1
		III—V	ЮЗ	5—7	5	60–70	10—20	1—5	ю 9,0—10,0 с 12,0—13,0	– 0,2
		VI—VIII	СЗ	5–8	5—10	60–70	20–30	0—1	ю 6,0— 7,0 с 11,0–12,0	0,5
		IX–XI	ЮЗ	5—7	1—5	60	15–20	1	ю 9,0—10,0 с 12,0—13,0	0,0
Умеренная северного полушария		XII—II	СЗ	6—7	5—10	—	5–10	1—5	с —13,0 ю 0,0	ю 4,0
		III—V	ЮЗ	5—6	1—5	60	5—10	5—10	с —4,0—5,0 ю 1,0—2,0	ю 1,3 с 0,2
		VI– VIII	Ю, ЮВ	3—4	0—1	60—70	5—10	20—25	10,0—15,0	—0,8
		IX—XI	СЗ	5 6	1—5	60	10	1—5	с 11,0 ю 4,0	ю 1,5

воздуха, то зимой воздух повсюду становится холоднее воды.

Термические условия зимнего периода в умеренной зоне отличаются мягкостью. Даже на севере зимние температуры не опускаются в среднем ниже 0° С. Льды здесь, как правило, не встречаются, а снег выпадает лишь на севере.

Умеренную зону северной части Тихого океана в климатическом отношении можно считать однородной.

В особых условиях в течение всего года оказывается лишь небольшой западный ее участок, находящийся под сильным влиянием азиатского континента.

ГЛАВА XI

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОБЛАСТИ АРКТИКИ

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ

В настоящем описании под Арктикой мы будем понимать зону, в которой во все сезоны года преобладающей воздушной массой является арктический воздух.

Приводим на рис. 90—93 распределение давления и температуры в Арктике.

Границей Арктики как климатической зоны, в силу данного выше определения, является, главным образом, летняя граница преобладания арктического воздуха. В европейском секторе и в восточной части атлантического — граница арктического воздуха, в указанном выше смысле, зимой лежит севернее, чем летом, и потому граница Арктики должна определяться здесь по преобладанию арктического воздуха в зимнее время. Причиной этой особенности европейского сектора, которая нигде более не повторяется, как уже неоднократно указывалось, является развитие зимой ложбины низкого давления, отходящей на северо-восток от Исландской депрессии. Эта ложбина определяет зимнее положение арктического фронта, который на меридианах Европы лежит в среднем у 73° с. ш., т. е. севернее берегов Европы. Можно считать, что к северу от фронта арктический воздух является преобладающей воздушной массой. Летом преобладают северные ветры, и арктический воздух распространяется на материк, но над Баренцовым морем арктический воздух имеет не столь низкую температуру, как далее на восток, и потому на побережье Кольского полуострова быстро нагревается до 10°, а во внутренних районах и еще выше.

Как указывалось ранее, границу Арктики на континенте мы считаем наиболее естественным связывать с границей тундры. Так как один из важнейших факторов, формирующих тундру, — недостаток летнего тепла, в данном случае, есть результат, главным образом, преобладания свежего (недоста-

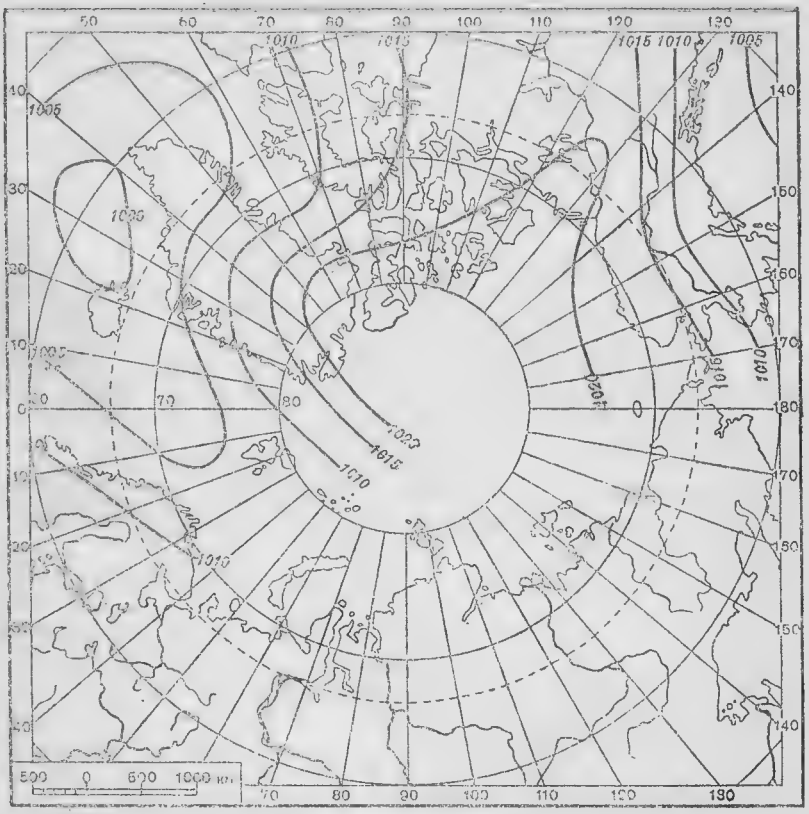


Рис. 90. Атмосферное давление над Арктикой в зимний период (декабрь — март) *(из Б. Л. Дзердзеевского)*.

точно прогретого) арктического воздуха. В качестве верхнего температурного предела для зоны тундры, как известно, принято считать среднюю температуру июля или августа 10°. Можно считать, таким образом, что положение изотермы июля 10° на континенте находится весьма близко к границе арктической зоны.

В условиях резкого преобладания морского воздуха наличие тундры перестает быть характерным показателем только арктической зоны, так как морской воздух (тихоокеанский и атлантический) в высоких широтах также не может обеспечить достаточно летнего тепла для развития иной растительности, кроме тундровой. Однако в этой «приморской» тундре комплекс явлений погоды будет иной, нежели в тундре «арктической». В приморской тундре погода более однообразна и отличается влажностью, облачностью и менее резкими ко-

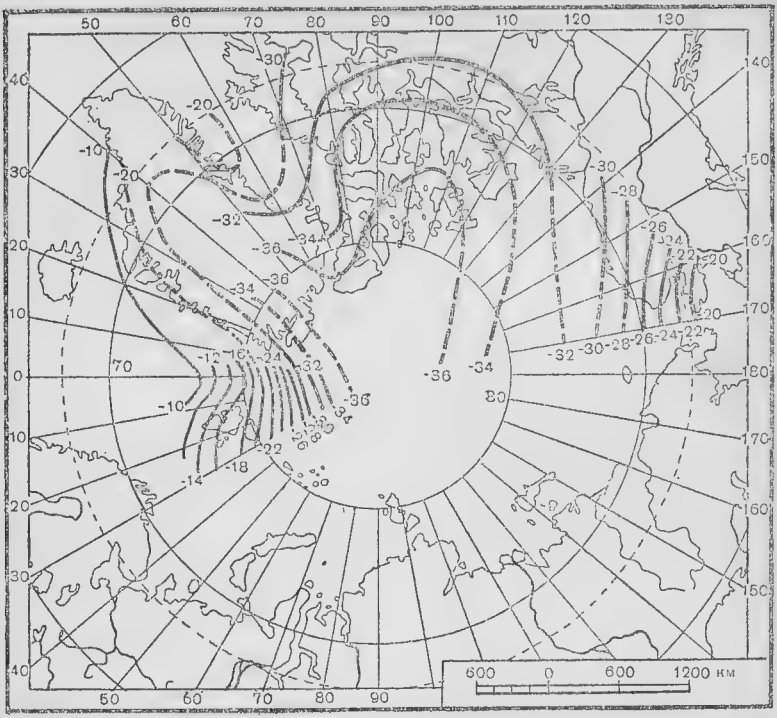


Рис. 91. Распределение температур в Арктике в январе.

лебаниями температуры. В связи с этим и изотерма июля 10° в морском климате оказывается слишком высокой для арктического воздуха. Вообще следует заметить, что в летнее время температурные различия между арктическим воздухом и воздухом северных районов Тихого океана или Атлантики очень невелики (по этой причине ослабевает и циклоническая деятельность на арктическом фронте), и установление границы арктической зоны по температурному признаку в этих условиях мало надежно. Однако все же в качестве верхнего предела температуры для арктической зоны летом на океанах ориентировочно можно признать среднюю температуру июля 5° — таковы фактически наблюдаемые температуры при ветрах северных румбов в районе Берингова пролива и в Норвежском море.

Исходя из этих соображений, полосу тундры, окаймляющую западные и восточные берега Берингова моря, мы относим к «тихоокеанской» тундре и границу арктической зоны проводим от Чукотки через Берингов пролив к берегам Аляски. Сближающиеся выступы Азии и Америки — Чукотский полуостров и Аляска — не только разделяют Тихий и Ледо-

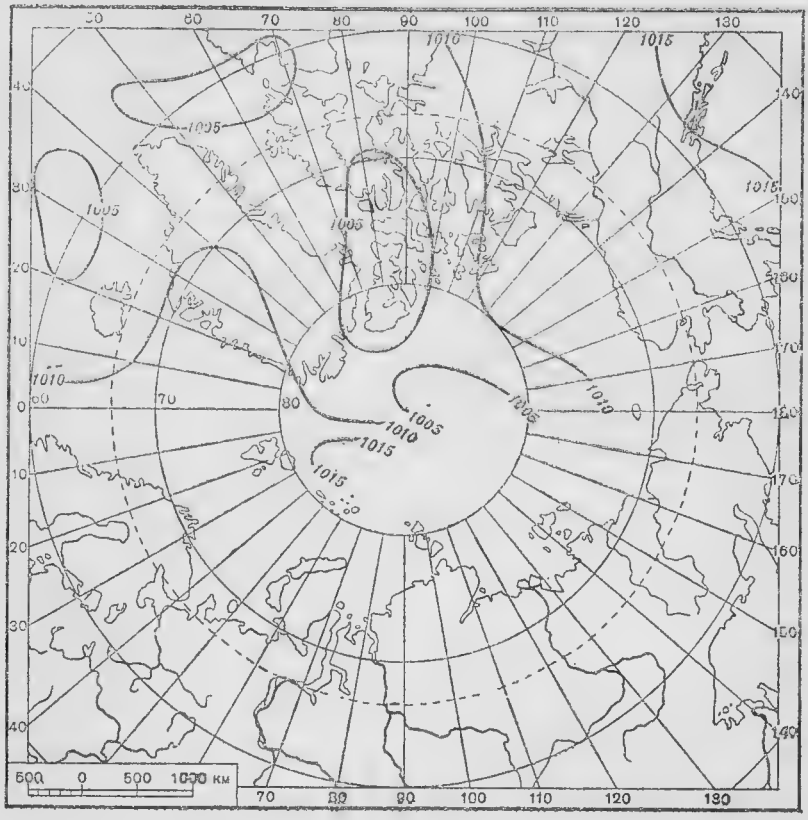


Рис. 92. Атмосферное давление над Арктикой в летний период (июль — август) *(из Б. Л. Дзердзеевского).*

витый океаны, но и в значительной мере способствуют обособленности атмосферной циркуляции между системой Алеутской депрессии и арктической циркуляцией.

На материке Америки граница арктической зоны, следуя границе арктической тундры, идет от залива Коцебу (огибая возвышенности, расположенные к северу от Юкона) к дельте Макензи. От дельты Макензи граница поворачивает на юго-восток, пересекает полярный круг и выходит к северным берегам Лабрадора. Столь необыкновенное южное здесь положение границы Арктики объясняется слишком медленным прогреванием притекающего с севера воздуха над многочисленными, глубоко вдающимися в континент заливами. У западных берегов Гренландии граница Арктики круто поворачивает к северу, заходя несколько севернее 70° с. ш., почти так же, как у северных берегов Европы. Основной причиной этого является развитие области низкого давления над Баффиновым морем,

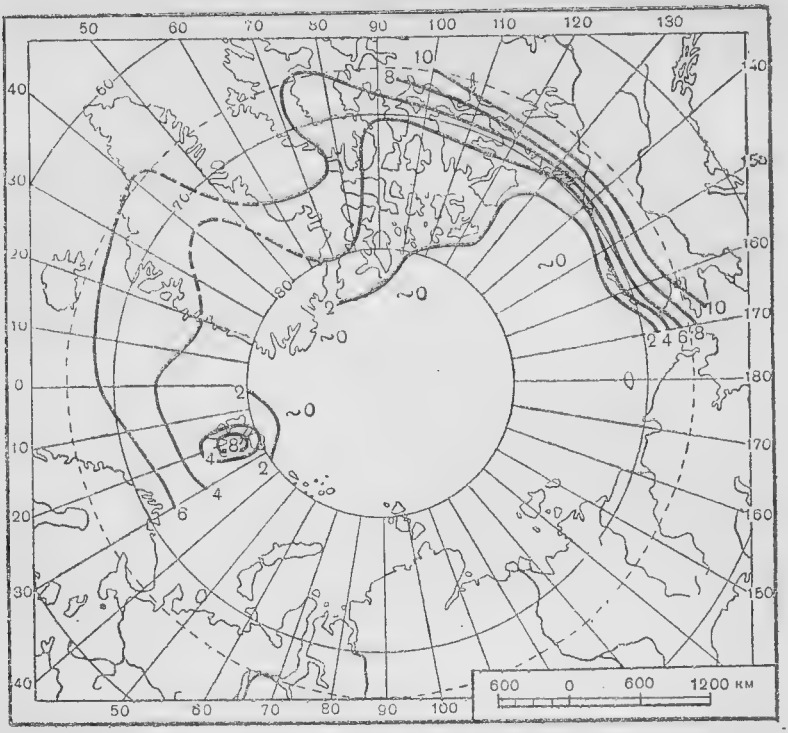


Рис. 93. Распределение температуры в Арктике в июле.

возникающей, главным образом, под влиянием температурного контраста между относительно теплым морем и холодной Гренландией. Эта разность температур и связанная с ней барическая депрессия над Баффиновым морем существуют и в летнее время. По восточной периферии депрессии затягивается воздух из умеренной зоны, чем и объясняется относительно высокая здесь температура лета—средняя температура июля, например, на острове Диско (68° с. ш.) составляет около 8°.

Материк Гренландии снова отодвигает границу Арктики примерно к 63° с. ш. в связи с тем, что над ледяным плато Гренландии арктический воздух летом почти не прогревается. Граница идет по восточному берегу Гренландии вплоть до 69° с. ш., поворачивает затем на восток и северо-восток, к северным берегам Европы.

В секторе Атлантики, как указывалось выше, граница Арктики становится менее определенной и проведена нами в Гренландском море вдоль изотермы июля 5°, а в Норвежском море по линии зимнего арктического фронта, проходящего по оси восточной ложбины Исландской депрессии. К северу от

Скандинавии этот фронт проходит примерно у 73° с. ш. Причиной, в силу которой на этом участке граница Арктики принята по зимнему положению арктического фронта, является то, что благодаря развитию зимой ложбины Исландской депрессии и интенсивному выносу на север атлантического воздуха, арктический фронт в это время года занимает наиболее северное положение. Об этом говорилось выше.

Таковы летние границы арктической зоны. Зимой область распространения арктического воздуха значительно расширяется за счет субарктической зоны, южная граница которой является как бы зимней границей Арктики. Ранее говорилось о положении субарктической зоны в Азии и в северной Америке. Ее нет или почти нет, только в Европе. На рис. 94 приводим границы арктической и субарктической зон.

Радиационные условия в Арктике своеобразны. В период полярной ночи приток солнечной радиации отсутствует и остается только радиация атмосферная, за счет теплого воздуха, притекающего в Арктику из умеренных широт в верхних слоях тропосферы. Охлаждение земной поверхности, в условиях малооблачной погоды, очень велико, и оседающий воздух уплотняется все больше и больше, что вызывает приток воздуха в верхних слоях из умеренных широт и соответствующий рост давления у земной поверхности. Антициклональный характер циркуляции приводит к размыванию облачности и дальнейшему охлаждению приземного воздуха. Об интенсивности и устойчивости этого процесса можно судить по мощной приземной инверсии температуры, которая сохраняется на некоторой высоте даже при очень сильных ветрах.

Летом солнечная радиация в Арктике весьма значительна благодаря незаходящему солнцу: за июнь — август она не меньше, чем в средних широтах, но по причине большой облачности и частых туманов в прямом виде редко достигает земной поверхности. Однако приток тепла вообще настолько велик, что начинается массовое таяние снега и льда. Но в то же время процесс таяния кладет и предел возможному повышению температуры, ограничивая его несколькими градусами выше нуля, да и то как редкое исключение, обычная же температура летних дней в центральной Арктике в 90% случаев близка к 0°.

Окружающие Ледовитый океан континенты в летнее время значительно теплее полярного моря, и все же атмосферное давление над Арктикой летом не является относительно высоким; в некоторых случаях оно может быть даже пониженным. Объяснять это надо, повидимому, тем, что нижние слои воздуха, охлажденные таянием льдов и отделенные от остальной тропосферы плотной облачностью, не играют существенной роли в общем тепловом соотношении между Ледовитым океаном и окружающей его сушей, верхняя же поверхность обла-

ков, нагреваемая незаходящим солнцем, достаточно сильно нагревает и прилегающий воздух. С этим связано и образование летней инверсии в Арктике; вертикальная мощность приземной холодной пленки и летом может достигать нескольких сот метров. Понижение среднего давления летом связано также с циклонической деятельностью в центральной Арктике.

Циркуляция атмосферы над внутренней Арктикой в значительной степени зависит от радиационных процессов. Зимой, в период резкого охлаждения воздуха над Арктикой, устанавливается область высокого давления. Однако она сильно деформирована со стороны Атлантики и в меньшей степени со стороны Тихого океана притоком теплого воздуха, что обусловлено суммой причин и прежде всего циклонической деятельностью над северной Атлантикой и северной частью Тихого океана. Дальнейшему же продвижению циклонов в Арктику, особенно в Атлантическом секторе, способствует приток теплых океанических вод с юга в полярный бассейн. Как видно из рис. 90, область высокого давления зимой несколько сдвинута к Америке. Со стороны Атлантики область Исландской депрессии распространяется на Гренландское, Баренцово и Карское моря, влияние же Алеутской депрессии не распространяется далеко в Арктику.

Распределению давления соответствует и распределение температуры: наиболее холодная область занимает центральную часть Арктики, внутреннюю Гренландию и Канадский архипелаг, в атлантическом секторе температуры наиболее высоки (см. рис. 91).

Циклоническая деятельность зимой наблюдается, главным образом, на периферии Арктики, что и отмечается соответствующим распределением давления. Наибольшего развития циклоническая деятельность достигает в атлантическом и тихоокеанском секторах окраинной Арктики, где, благодаря большому температурному контрасту между арктическим воздухом и относительно теплым морским воздухом умеренных широт, происходит обострение арктического фронта. В азиатском секторе циклоническая деятельность почти совершенно затухает, и Арктический и Сибирский антициклоны сливаются в одну область высокого давления.

Летом среднее поле давления имеет неопределенный характер, и нет четко выраженных областей ни низкого, ни высокого давления (см. рис. 92). Распределение температуры в нижнем слое атмосферы характеризуется однообразием почти на всем пространстве, за исключением прибрежной зоны (рис. 93). Во всей внутренней Арктике температура устойчиво держится около 0°, находясь в полной зависимости от таяния льдов.

Циклоническая деятельность летом не ограничивается периферией Арктики, но развивается и в центральных районах.

Таким образом, можно заключить, что основными процессами, накладывающими свое неизгладимое влияние на действие всех остальных факторов, в Арктике являются: зимой — прогрессирующее, в течение полярной ночи, охлаждение поверхности замерзшего океана и всего воздуха над Арктикой в результате излучения; летом — таяние льдов под действием общего притока тепла, но в то же время поглощение огромного количества тепла из воздуха на самый процесс таяния, что препятствует возможному подъему температуры нижнего слоя воздуха на величину, существенно отличающуюся от 0°.

Годовой ход температуры воздуха в этих условиях весьма значителен — от —40° в среднем зимой до 0° летом. Однако на основании столь значительной амплитуды нельзя еще делать вывода о большой континентальности климата Арктики. Нельзя также без существенной оговорки отождествлять замерзший океан зимой с поверхностью континента. Океанический характер климата Арктики проявляет себя не только летом, но и зимой. Теоретические расчеты и фактические наблюдения подтверждают отепляющую роль океанических вод, находящихся зимой под ледяным покровом. Имеющиеся данные показывают, что средняя температура воздуха в наиболее холодный месяц во внутренней Арктике, повидимому, не ниже —40°, тогда как на континенте, при тех же условиях антициклоничности, на широте полярного круга она не выше —45°.

Длительное интенсивное охлаждение снежной поверхности в холодную часть года и разрушение сплошных ледяных полей летом, с образованием между ними значительных пространств открытой воды приводят к возникновению двух, может быть, наиболее характерных для Арктики явлений погоды — к низовым частым метелям (поземкам), возникающим зимой даже при средней скорости ветра и достигающим необыкновенной силы при штормах, и к обилию туманов в летнее время. Однако оба эти явления наблюдаются чаще на периферии, чем в центральном арктическом бассейне. Зимой значительно чаще сильные ветры возникают на периферии, где преимущественно развивается циклоническая деятельность, в центральной же области преобладает антициклональная погода со слабыми ветрами. Летние туманы наиболее часты у кромки льдов, так как здесь пространства открытой воды находятся в непосредственной близости со скоплениями льда. Кроме того, на периферии Арктики чаще осуществляются вхождения теплого континентального воздуха, что является причиной образования наиболее интенсивных и устойчивых туманов, так как вызванная охлаждением нижних слоев теплого потока инверсия температуры препятствует вертикальному обмену и рассеянию тумана. И в центральном бассейне устойчивые летние туманы не редки.

Отсутствие солнца зимой и непрерывный день летом приводят к почти полному затуханию в эти сезоны суточного хода

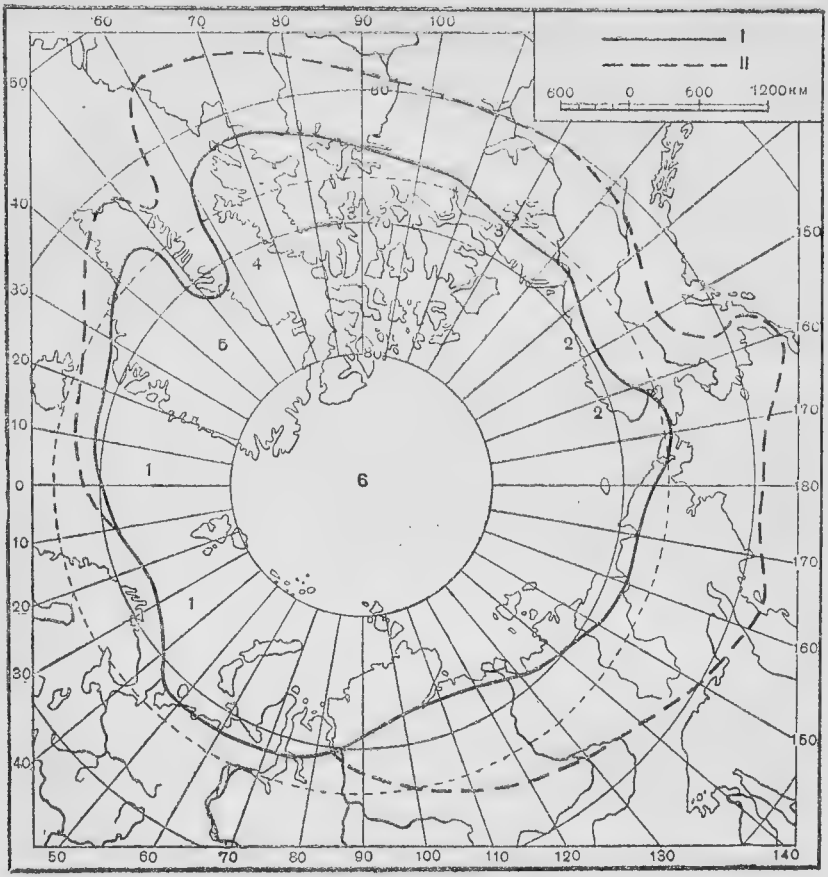


Рис. 94. Границы климатических зон Арктики и Субарктики.

I—граница Арктики, II—южная граница Субарктики. Климатические области Арктики: 1—Атлантико-европейская, 2—Тихоокеанская, 3—Канадская, 4—Западноатлантическая, 5—Гренландская, 6—Центральная

температуры и связанных с ним явлений—суточных изменений высоты облаков, сгущения и рассеяния туманов и др.

Своеобразие Арктики выражается также почти в полном отсутствии внутреннего влагооборота. Испарение в Арктике ничтожно. Наоборот, нигде так сильно, как в Арктике (за исключением высокогорных снежников и ледников), не развивается процесс конденсации влаги на земной поверхности непосредственно из воздуха. Осадки в Арктике выпадают за счет адвективного переноса влажного воздуха из умеренных широт. Почти вся осевшая тем или иным путем влага в Арктике выносится морскими течениями в Атлантический и Тихий океаны, и лишь очень малая доля остается в арктическом воздухе. Не

вдаваясь в детальные расчеты, можно указать, например, на то, что поступающий в Арктику воздух из умеренных широт содержит в среднем (годовом) около 5 г водяного пара на 1 м³, влагосодержание же арктического воздуха составляет всего только 1 г.

Таким образом, Арктика является огромным осушителем и в этом кроется ее крайне опасная роль, в развитии весенне-летних засух на прилегающих к ней континентах.

Преобладающей воздушной массой в Арктике, как указывалось выше, является арктический воздух, но в различных ее частях, особенно на периферии, состав входящих воздушных масс весьма разнообразен.

Исходя из условий атмосферной циркуляции и состояния подстилающей поверхности, в Арктике следует выделить несколько климатических областей, однако за отсутствием достаточных данных проведение ясных границ между ними в настоящее время невозможно. В основном в Арктике (без советского сектора Арктики) можно наметить 6 климатических областей: 1) Атлантико-европейскую, 2) Тихоокеанскую, 3) Канадскую, 4) Западноатлантическую, 5) Гренландскую и 6) Центральную (см. рис. 94).

АТЛАНТИКО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ОБЛАСТЬ

Эта область характеризуется развитием интенсивной циклонической деятельности в зимнее время, особенно в январе месяце, когда наиболее велики контрасты температуры и давления между Европой и Атлантическим океаном в средних и высоких широтах и когда в связи с этим усиливается вынос атлантического воздуха в Арктику. В процессе циклонической деятельности происходят частые и глубокие вхождения относительно теплого атлантического воздуха, сопровождающиеся сильными ветрами, большой облачностью и осадками. Арктический центральный антициклон распространяется в эту часть Арктики наиболее поздно — в марте и апреле, в связи с чем март оказывается здесь нередко и наиболее холодным месяцем в году.

К Атлантико-европейской области Арктики, главным образом, относится исключительная по своей интенсивности и продолжительности действия положительная «аномалия» температуры, наблюдавшаяся в зимние (и отчасти в летние, но уже по другим причинам) месяцы в период 1920—1940 гг. В силу неизвестных еще причин в эти зимы давление над северной Атлантикой и Европой распределялось особенно благоприятно для интенсивного выноса атлантического воздуха в Арктику. Приводим, например, для февраля 1929 г. распределение давления и отклонение температуры от многолетнего среднего (рис. 95 а и б). Для сравнения можно привести данные по

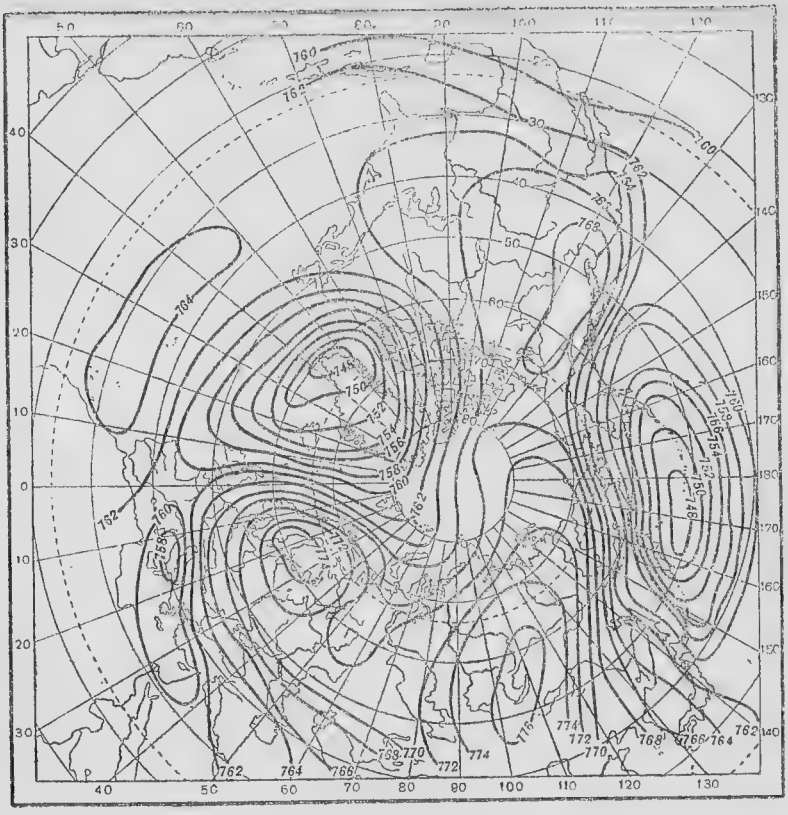


Рис. 95а. Давление атмосферы в феврале 1929 г.
(из Е. С. Рубинштейн).

тем же элементам для января 1917 г., когда, наоборот, в атлантико-европейском секторе Арктики наблюдалось значительное похолодание (см. рис. 96 а и б).

Уменьшение осадков на восток наблюдается как в зимние, так и в летние месяцы. Зимой, когда осадки выпадают преимущественно из продвигающегося в циклонах на северо-восток атлантического воздуха, уменьшение осадков связано, во-первых, с постепенным обеднением влагой атлантического воздушного течения и, во-вторых, с ослаблением циклонической деятельности по мере приближения к области высокого давления, занимающей азиатский сектор Арктики. Летом циклоническая деятельность арктических фронтов, наоборот, усиливается к востоку, но значительно уменьшается влагосодержание воздушных масс, из которых выпадают летние осадки, т. е. воздушных масс континентального (европейского и азиатского) происхождения.

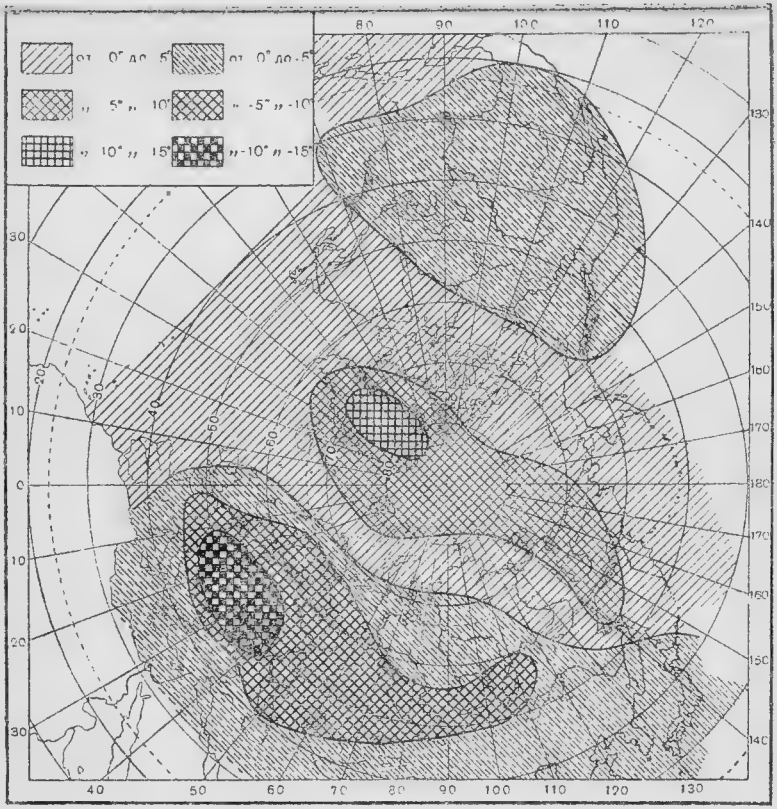


Рис. 95б. Отклонение температуры от нормы в феврале 1929 г. *(из Е. С. Рубинштейн).*

В летнее время циклоническая деятельность на севере Атлантики и в Норвежском море ослабевает, и получают преобладание северные ветры. Однако в связи с меньшей вообще ледовитостью и летом здесь теплее, чем в других районах Арктики на тех же широтах.

Атлантико-европейская область является наиболее теплой в Арктике и зимой и летом. Изотермы зимних месяцев располагаются здесь очень густо, и температура быстро изменяется с севера на юг. Средняя температура января на севере Шпицбергена (80° с. ш.) составляет около — 17°, на острове Медвежьем (75° с. ш.) — около — 12°. В остальных областях Арктики (кроме Атлантико-европейской) на 80° с. ш. температура января повсюду ниже — 30°. Летом, наоборот, температура очень медленно убывает к северу: в Баренцовом море средняя температура июля у берегов Норвегии составляет 7°, у о. Медвежьего 4°, между Шпицбергеном и Землей Франца-Иосифа 2°.

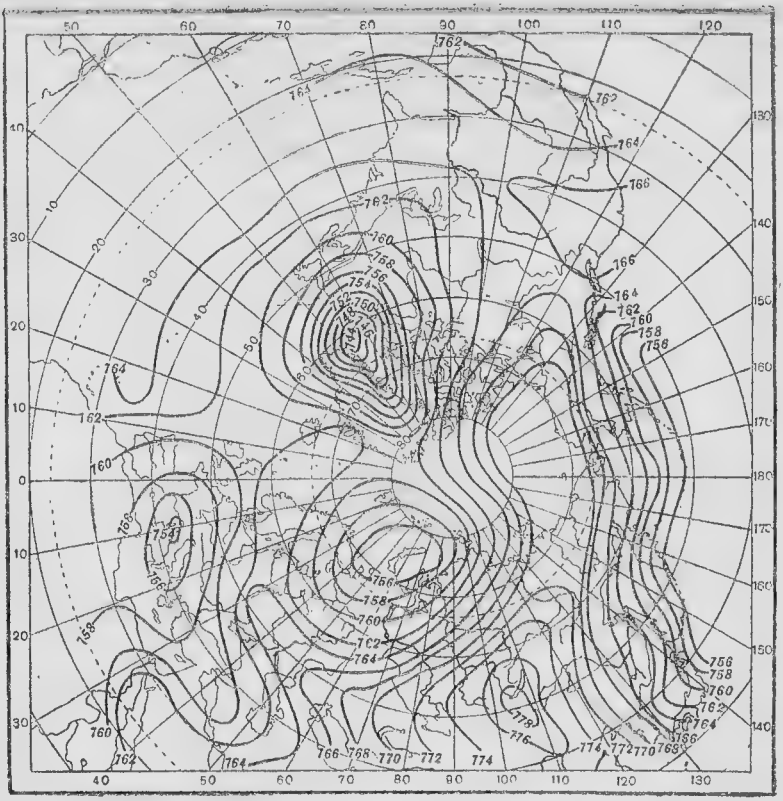


Рис. 96а. Давление атмосферы в январе 1917 г.
(из Е. С. Рубинштейн).

Интенсивная циклоническая деятельность и высокая температура способствуют выпадению большого количества осадков — в западной половине Баренцова моря выпадает около 500—600 мм осадков в год. Количество осадков быстро уменьшается к востоку. В районе Карского моря осадков выпадает уже наполовину меньше.

В феврале 1929 г. над Европой развивается высокое давление, весь север Атлантики и Гренландия находятся в области низкого давления. По западной окраине области высокого давления и по восточной — низкого — происходит интенсивный вынос теплого атлантического воздуха на север, что и вызывает положительное отклонение температуры в Гренландии, на севере Атлантики и в Баренцовом море.

В январе 1917 г. область высокого давления располагается к северо-востоку по сравнению с предыдущим примером. Область же низкого давления сильно сдвинута на запад. Таким образом, градиенты давления на севере Атлантики малы и

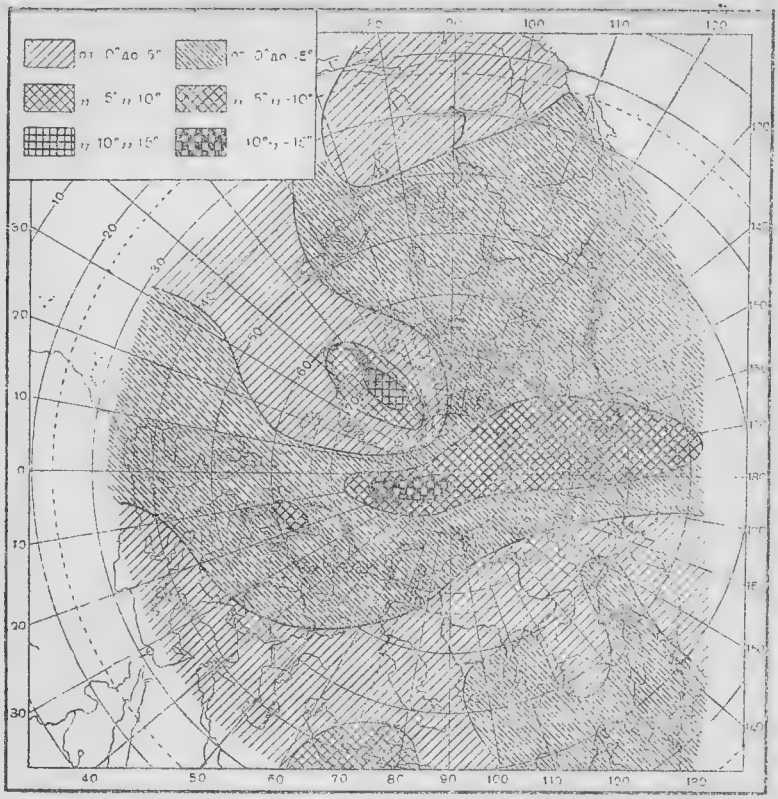


Рис. 96б. Отклонение температуры от нормы в январе 1917 г. *(из Е. С. Рубинштейн).*

нет благоприятных условий для продвижения теплого воздуха в Арктику.

Атлантико-европейская область Арктики занимает северную половину Норвежского моря. Северную границу области, насколько можно судить по расположению зимних и летних изотерм, надо проводить, повидимому, несколько севернее Шпицбергена и архипелага Франца-Иосифа.

ТИХООКЕАНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Эта область в некотором отношении подобна Атлантической. В этой области зимой также обнаруживается влияние процессов, развивающихся в умеренной зоне, но в значительно меньшей степени. Циклоны, возникающие на арктическом фронте в области Алеутской депрессии, заходят в Арктику в большинстве случаев только своей северной частью, и связанные с ними восточные и северо-восточные ветры несут аркти-

ческий воздух, но только менее холодный, чем воздух из области Арктического антициклона. Поэтому, например, в районе Берингова пролива средняя температура января составляет —20°, тогда как в горле Белого моря — только —12°. Циклоническая деятельность вызывает здесь повышение температуры главным образом благодаря сильным ветрам, размывающим приземную пленку холодного воздуха, и большой облачности, препятствующей радиационному охлаждению.

Лето в Тихоокеанской области относительно холодное — июль в Беринговом проливе в среднем на 5° холоднее, чем в горле Белого моря. Низкая температура лета зависит от большой ледовитости Чукотского моря и моря Бофорта. Годовое количество осадков здесь 100—200 мм.

К Тихоокеанской области следует отнести северную часть Аляски и западную половину моря Бофорта.

КАНАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Канадская область, хотя и занимает положение, несколько напоминающее положение Азиатской области, но отличается от последней и по характеру циркуляции и по температурному режиму. Охлаждающее влияние континента в зимнее время не сказывается здесь на средних данных, и скорее, наоборот, судя по расположению изотерм, следует говорить об охлаждающем влиянии Арктики на северное побережье Америки. Это объясняется тем, что Канадский антициклон значительно менее устойчив, чем Сибирский и нередко разрушается при прохождении циклонов. Кроме того, благодаря иной форме континента Америки, нежели Азии, центр континентальности должен скорее лежать на северо-западе, чем на северо-востоке. В связи с чем и зимняя область высокого давления имеет отрог не на северо-восток, как в Азии, а на северо-запад. Поэтому вынос континентального воздуха в Арктику происходит преимущественно через побережье Аляски; но и здесь континентальный поток часто перебивается идущими с Берингова моря циклонами.

На востоке, в области Канадского архипелага, зимой преобладают северные и северо-западные ветры, дующие по восточной периферии Канадского антициклонального отрога. С этими ветрами поступает арктический воздух. Далее на восток, ближе к Баффинову заливу, северный поток усиливается еще под действием западной периферии области низкого давления. В этой циркуляции можно видеть сходство с подобными же северными ветрами зимой на Чукотке. В северном потоке арктический воздух продвигается зимой далеко к югу, чем и объясняется положение арктического фронта у 55° с. ш. на Лабрадоре. Однако эта область Арктики не является зоной наиболее холодной — она только немного холоднее Тихоокеанской —

на широте полярного круга здесь средняя температура января составляет —30°.

Лето в области Канадского архипелага относительно теплое — на широте 75° средняя температура июля составляет около +3°, т. е. столько же, сколько в районе Шпицбергена.

Количество осадков в этой области снова несколько возрастает — в северной части архипелага около 200, в юго-восточной около 300 мм.

ЗАПАДНО-АТЛАНТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

Эта область имеет сходство с Атлантико-европейской. Размеры этой области относительно невелики, но климатические особенности настолько отличны от условий, наблюдающихся на западе, в области Канадского архипелага и на востоке — в Гренландии, что эту часть Арктики необходимо выделить в отдельную климатическую область, тем более, что и причины, вызывающие эти изменения, являются причинами не только местного, но и общего значения.

Западно-атлантическая область занимает Баффинов залив и западное побережье Гренландии к северу от 70° с. ш. и отличается теплой зимой, уступающей все же необыкновенно теплой зиме атлантико-европейского сектора, и весьма теплым летом (в «арктическом», конечно, понимании этого слова).

Зима в районе Баффинова залива во многих отношениях близка к зиме западной половины Карского моря; у 75° с. ш. средняя температура января составляет, как и в Карском море, около —25°. Лето теплее, чем в Карском море, благодаря меньшей ледовитости; изотерма июля + 5°, так же как в Баренцовом море, доходит почти до 75° с. ш. Осадков выпадает здесь меньше, чем в Баренцовом море, но больше, чем в остальных районах Арктики.

Главной причиной этих особенностей является общее падение давления над Баффиновым заливом, как относительно теплым морем, а также задержка здесь приходящих с запада циклонов, связанных с арктическим канадским фронтом. Относительно высокая температура вод Баффинова моря и Девисова пролива обусловлена ветвью теплого западноатлантического течения, что в свою очередь является, главным образом, следствием преобладания южных ветров восточной периферии области низкого давления. Такое состояние поддерживается в течение всего года тем, что поверхность Баффинова залива все время оказывается теплее окружающих его Канадского архипелага и Гренландии.

К отличительным особенностям этой области необходимо отнести фёны, часто наблюдающиеся на западном побережье Гренландии. Под действием фёна даже в северных районах (например, в Упернивике, 72°46′ с. ш.) температура в январе может подниматься на несколько градусов выше 0°.

Существует мнение, что столь высокую температуру приобретает гренландский воздух, спускаясь с ледяного плато с высоты около 2 500 м. Однако расчет показывает, что начальная температура воздуха на высоте должна быть порядка — 20°, чтобы при опускании на $2^1/_2$ км нагреться до +5°, каковую нередко имеет фён на побережье в зимние месяцы. Средняя же температура воздуха в это время во внутренней Гренландии порядка —40°. Скорее следует думать, что это воздух северных районов Атлантики, увлекаемый к северу в передней части циклонов, располагающихся над Баффиновым заливом, тем более, что направление ветра при фёнах на западном побережье Гренландии преимущественно юго-восточное.

ГРЕНЛАНДСКАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

Эта область отличается от всей остальной Арктики континентальностью климата. Размеры Гренландии настолько значительны (около 1 000 000 км²), что над ней в течение всего года формируется арктический воздух континентального типа. В этом отношении Гренландия имеет больше сходства с Антарктидой, представляя как бы «остров континентальности» в поле океанического климата Арктики.

Во все сезоны над большей частью Гренландии давление повышено (о чем можно судить по распределению ветров и по данным непосредственных наблюдений над давлением). В областях высокого давления воздух над ледяным плато охлаждается зимой в среднем до — 50°, летом до — 15°, такова средняя температура января и июля в центральной Гренландии, которая является «полюсом холода» в северном полушарии в годовом выводе.

Южная оконечность Гренландии входит в полосу циклонической деятельности. В связи с этим здесь нередко наблюдаются вхождения атлантического воздуха.

На побережье южной Гренландии атлантический воздух является летом даже преобладающей воздушной массой и, таким образом, южное побережье относится уже к субарктической зоне.

Во внутренних районах, на широте полярного круга, средняя температура января, насколько можно судить по отрывочным наблюдениям, составляет около — 30°, июля — около —8°, что соответствует порядку значений температуры в арктическом воздухе на высотах $2^1/_2$ — 3 км.

С интенсивной циклонической деятельностью связано и выпадение значительных осадков, которые усиливаются под действием рельефа. На южном побережье выпадает более 1 000 мм, к северу осадки довольно быстро уменьшаются. На широте полярного круга во внутренней части Гренландии все

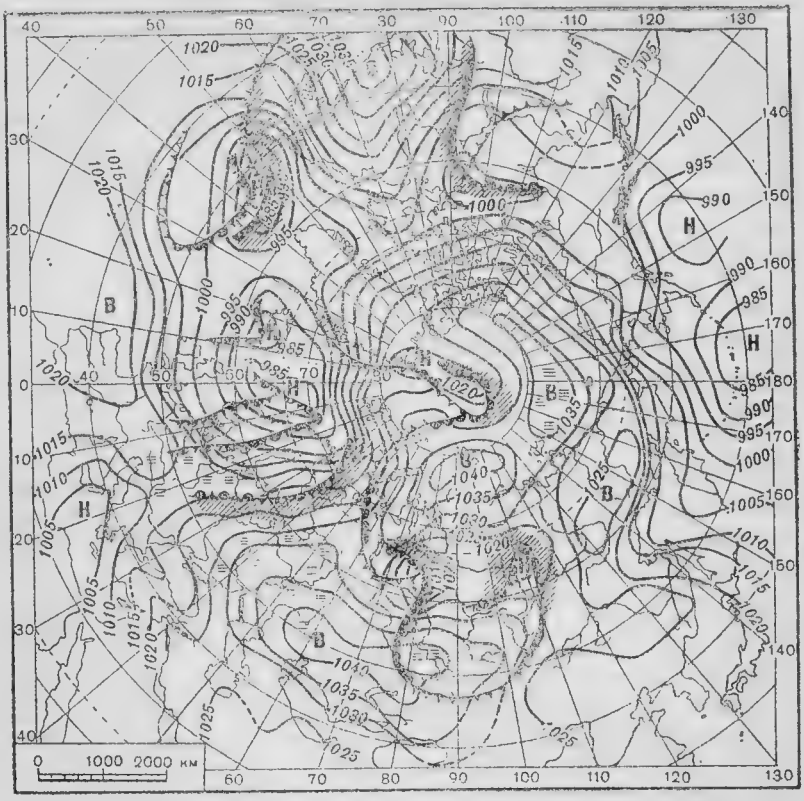


Рис. 97. Циклоническая деятельность зимой в центральной Арктике (2—12/XII 1938) *(из Б. Л. Дзердзеевского).*

же выпадает не менее 500 мм. Большим количеством осадков и объясняется исключительная мощность ледяного щита на юге Гренландии. По мере уменьшения количества осадков понижается к северу и высота ледяного плато. На крайнем севере Гренландии, где количество осадков не превышает 100 мм, ледники сходят на-нет.

К Гренландской климатической области Арктики следует отнести почти весь материк Гренландии (за исключением южной его части (к югу примерно от 65° с. ш.) и западного побережья до 72° с. ш.), а также примыкающее с востока Гренландское море до меридиана острова Ян-Майн.

Температурный режим района Гренландского моря, конечно, сильно отличается от режима внутренней Гренландии, хотя характер циркуляционных процессов и связанная с ними погода имеют много общего. Таким образом, при более детальном районировании Гренландское море должно быть выделено в особый район этой климатической области.

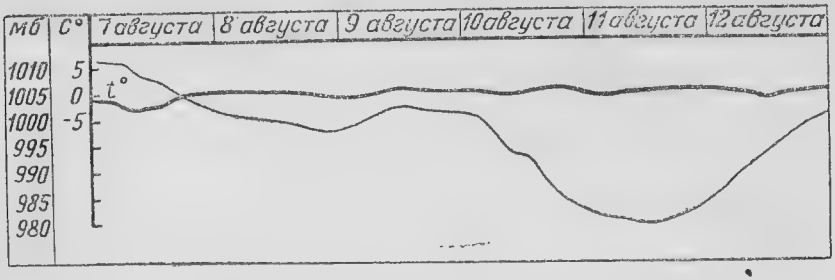


Рис. 98. Ход температуры воздуха при прохождении циклона над районом полюса летом (7—12/VII 1937 г.) *(из Б. Л. Дзердзеевского)*.

Рис. 99. Ход температуры воздуха и давления при прохождении циклона в центральной Арктике зимой (25—29/X 1937 г.) *(из Б. Л. Дзердзеевского)*.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ АРКТИКИ

К этой области следует, пожалуй, отнести ту часть Арктики, в которой в течение всего года сохраняются обширные поля многолетнего льда, в той или иной мере связанные между собой, хотя и движущиеся. Иначе говоря, это область многолетних льдов. Однако и здесь летом развивается процесс таяния, и температура воздуха все время держится вблизи 0°, испытывая лишь очень небольшие колебания.

Необыкновенную ценность в познании климатического режима центральной Арктики, особенно в летние месяцы, представляют наблюдения, производившиеся во время дрейфов станции «Северный Полюс» и ледокола «Седов», позволившие провести исследование атмосферных процессов над центральной Арктикой. В результате этих наблюдений удалось обнаружить, что хотя в зимнее время в центральной Арктике действительно преобладает антициклональный характер циркуляции, но все же и в это время года циклоны могут проходить через район полюса, как это видно, например, из рис. 97. Очень показательны также записи хода температуры в районе полюса в летнее время, иллюстрирующие термическое влияние процесса таяния льдов. На рис. 98 представлен почти совершенно ровный ход температуры воздуха во время прохождения глубокого циклона (см. кривую давления), когда долж-

ны были бы, наоборот, наблюдаться резкие ее колебания. То же обнаруживается и на средних данных. Приводим средние данные о ходе температуры за июль 1937 г. по наблюдениям станции «Северный Полюс».

Средняя за месяц . . .	+0,1°
Максимум	+2,2°
Минимум	—2,3°

В зимнее же время года, при отсутствии таяния, когда температура поверхности льда и, в особенности, снега быстро следует за изменениями температуры воздуха, прохождение циклона сопровождается большими температурными колебаниями (см. рис. 99).

ГЛАВА XII

ЮЖНЫЙ ОКЕАН И АНТАРКТИДА

УМЕРЕННАЯ ЗОНА ОКЕАНОВ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Под Южным океаном мы подразумеваем в данном случае океан, омывающий на юге берега Антарктиды и распространяющийся на север в умеренные широты южного полушария. Северной границей Южного океана, в указанном смысле, будет служить южная граница субтропического пояса на Атлантическом, Индийском и Тихом океанах.

В течение всего года в умеренной зоне над Южным океаном преобладает пониженное давление, связанное с частым прохождением циклонов как южного полярного, так и антарктического фронтов. Основные пути циклонов зимой лежат в среднем вдоль 40° ю. ш., летом же вдоль 50—55° ю. ш. По причине сравнительно малых размеров южных циклонов и наличия в них больших градиентов давления, с прохождением этих циклонов связаны внезапные и весьма резкие колебания давления, являющиеся характерной климатической особенностью южной умеренной зоны.

Преобладают ветры западных румбов, обусловленные циркуляцией северной периферии циклонов умеренной зоны и южной периферии антициклонов «пояса высокого давления». Лишь на крайнем юге зоны приобретают заметную роль ветры восточных румбов, оттекающие по северной периферии области повышенного давления над Антарктидой. Ветры Южного океана отличаются большой силой, штормы наблюдаются летом в 10—15%, зимой же в 20—25% случаев.

Особенностью умеренной зоны южного полушария является значительно более холодное лето, чем лето в умеренном поясе северного полушария в Атлантическом и Тихом океанах. Годовой ход температуры воздуха выражен несколько сильнее на юге зоны. Летние температуры воздуха близки здесь к 0°, а зимние снижаются до — 10°. На севере зоны годовая ампли-

туда температуры воздуха не превышает 2—3°, и средние температуры колеблются от 6—7° зимой, до 8—10° летом.

Но при слабо выраженных периодических изменениях температуры, непериодические ее колебания в южной умеренной зоне оказываются более резкими, чем в умеренных и высоких широтах северного полушария. Особенно велика изменчивость температурного режима в зимнее время года, когда наиболее развита циклоническая деятельность. Осадков в южной умеренной зоне выпадает в течение всего года, повидимому, довольно много. Частично они выпадают в жидком виде, частично и в виде снега, который при южных ветрах отмечается даже и летом. По своему характеру осадки являются здесь, надо думать, преимущественно фронтальными. Но несомненно, некоторую роль играют и осадки конвекции, особенно на крайнем юге зоны, где зимой положительные разности температур между водой и воздухом достигают исключительно больших значений (свыше 10°).

Особенностью большей части южной умеренной зоны является наличие в ней плавучих льдов (как морских льдов, так и айсбергов), выносимых из высоких широт поверхностными течениями. Льды морского происхождения не встречаются при этом севернее 58° с. ш., айсберги же, отколовшиеся от огромных ледяных барьеров Антарктиды, заходят до 40° и даже 38° ю. ш. Размеры айсбергов Южного океана огромны (несколько километров в длину и ширину и несколько сот метров в высоту) и период жизни их достигает иногда 8—10 лет. Это возможно только в условиях низких температур воды и воздуха Южного океана.

АНТАРКТИДА

В противоположность климату Арктики, климат Антарктиды отличается континентальностью, и в северном полушарии ему соответствует в этом отношении климат внутренней Гренландии. Резкая континентальность климата Антарктиды обусловлена ее положением в полярных широтах и размерами. По размерам Антарктида почти равна Австралии и Европе, вместе взятым. Она занимает большую часть земной поверхности, находящейся внутри южного полярного круга. Под 65° ю. ш. поверхность суши занимает всего 5%, под 70°—50%, между 70 и 80° — около 95% и южнее 80° лежит сплошной материк, если отнести к таковому и ледяной шельф Росса.

Однако в полярных областях с ростом континентальности нельзя связывать увеличение годовой амплитуды температуры. Годовая амплитуда температуры на материке Антарктиды даже несколько меньше, чем на северном Ледовитом океане, что видно из следующего:

	Центральная Антарктида	Центральная Арктика
Средняя температура наиболее теплого месяца	—10°	0°
Средняя температура наиболее холодного месяца . . .	—45°	—40°
Годовая амплитуда	35°	40°

В центральной Антарктиде даже в середине лета могут наблюдаться сильные морозы. Так, например, Шеклтон пишет в своем дневнике (лето 1908 г.): «24 декабря ... Высота 2 700 м. Дул сильный южный ветер и несло снег при температуре —40°. Лица наши покрылись ледяной коркой».

Антарктида всегда холоднее окружающего ее океана и, за исключением отдельных случаев прохождения циклонов над материком, циркуляция над Антарктидой имеет антициклонический характер, в результате чего ветры почти всегда дуют с континента на море, что еще более усиливает континентальность климата.

Большие разности температуры, возникающие между холодным континентом и относительно теплым океаном, особенно в зимний период, влекут за собой рост барических градиентов и усиление ветров. Необыкновенная суровость климата Антарктиды в значительной мере обусловлена сильными ветрами. В отдельных местах, в силу орографических условий, ветер принимает, подобно боре, характер низвергающегося потока; средняя годовая скорости ветра может превышать 15 м/сек.

На побережье Антарктиды морской воздух значительно смягчает климат. На широте полярного круга на побережье температура наиболее теплого месяца все же, однако, близка к 0° и местами даже отрицательна, температура же наиболее холодного составляет около —25°. Осадков в Антарктиде выпадает столь же мало, как и в северной полярной области.

ЛИТЕРАТУРА

Алисов Б. П. Географические типы климатов. «Метеорол. и гидрол.», № 6, 1936.

Атлас физико-географических данных Японского моря, 1944.

Берг Л. С. Климатические пояса земли. Изв. Геогр. ин-та, V, 1925.

Берг Л. С. Основы климатологии. Учпедгиз, 1938.

Бержерон Т. Специальный анализ Суданского муссона. Трехмерно-связный синоптический анализ, ч. 1. М., 1934.

Валло К. Общая география морей. Под ред. Н. Н. Зубова, Учпедгиз, М., 1948.

Визе В. Ю. Метеорологические наблюдения полярной экспедиции Г. Я. Седова. Л., 1933.

Виттельс Л. А. Изменение состояния полярных центров действия атмосферы в связи с барическим режимом в Арктике. «Метеорол. и гидрол.», № 5, 1941.

Воейков А. И. Климат Люкчуна, давление и воздушные течения Центральной Азии. «Мет. вестн.», 1900.

Воейков А. И. Климаты земного шара. Изд. АН СССР, 1948.

Воейков А. И. Климат Индийского океана и Индии. СПб., Гл. Адмиралт. 1908.

Воейков А. И. Климат области муссонов Восточной Азии. Зап. Русск. Геогр. о-ва, 1879.

Воейков А. И. Климат Кореи, Ю. Маньчжурии и С.-В. Китая. «Мет. вестн.», т. IV, СПб., 1894.

Воейков А. И. Метеорология и климатология южно-полярных стран. «Зап. по гидрол.», вып. XXXII, 1910.

Воейков А. И. Климат Северных и Южных полярных стран. Изв. Русск. Геогр. о-ва, 1909.

Воейков А. И. О влиянии лесов на климат, 1878.

Воейков А. И. Метеорологические наблюдения Н. М. Пржевальского, СПб., 1895.

Воейков А. И. Температура воздуха и солнечное сияние на земле Южной Виктории. Изв. Акад. наук, VI серия, т. 1., 1870.

Воейков А. И. Путешествие в Центральной Америке. Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. XI, 1875.

Воейков А. И. Путешествие по Индии. Изв. Русск. Геогр. о-ва, т. XII, 1876.

Воейков А. И. Климат бука. Мет. вестн., т. XXI, 1911.

Воейков А. И. Горные и степные суховеи. Мет. вестн., т. XXII, 1912.

Воейков А. И. Грозы в Соединенных Штатах Америки, Мет. вестн., т. XXV, 1915.

Воейков А. И. Ливни и большие дожди в Соединенных Штатах Америки. Мет. вестн., т. XXV, 1915.

Дзердзеевский Б. Л. Циркуляционные схемы в тропосфере Центральной Арктики. М. — Л., 1945.

Дзердзеевский Б. Л. О распределении атмосферного давления над Центральной Арктикой. «Метеорол. и гидрол.», № 1, 1946.

Дзердзеевский Б. Л. Циркуляция атмосферы в Центральном полярном бассейне. Труды дрейфующей станции «Северный полюс», т. 2. Изд. Главсевморпути, 1941—1945.

Дюбюк А. Ф. Полюсы и общая циркуляция атмосферы. «Метеорол. и гидрол.», № 6, 1937.

Добровольский А. Д. Карты изотерм северной части Тихого океана. Труды ин-та Океанологии, т. II, 1948 г.

Зубов Н. Н. Динамическая океанология. Гидрометеоиздат. М. — Л., 1947.

Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара. Зап. Географ. об-ва АН СССР, т. I, М. — Л., 1948.

Карты климатические мира и СССР. Большой советский атлас мира, т. I, 1938.

Карты синоптические северного полушария. Центр. ин-т прогнозов. М.

Кеппен В. Основы климатологии (климаты земного шара). Перевод А. В. Вознесенского, Учпедгиз, М., 1938.

Колосков П. И. Климатическое описание Кореи. Гидрометеоиздат, 1936.

Колосков П. И. О природе муссонов. Доклады ГОИП. М.—Л., 1947.

Колосков П. И. Климатическое описание Японии. Гидрометеоиздат, 1936.

Колосков П. И. Климатическое описание Формозы. Гидрометеоиздат, 1936.

Курс климатологии, под ред. Е. С. Рубинштейн, 1940.

Лир Э. С. К вопросу о причинах безъядерных зим. «Метеорол. вестн.», 1933.

Лир Э. С. Основные черты атмосферной циркуляции в теплом полугодии. «Журн. геофиз.», 1933.

Лир Э. С. Основные черты зимнего синоптического процесса в северном полушарии. «Журн. геофиз.», 1932.

Лир Э. С. Муссонные и пассатные факторы климата Египта. «Метеорол. вестн.», 1933.

Лир Э. С. О циркуляции воздуха в юго-восточной части Азии. «Метеорол. и гидрол.», 1936.

Лир Э. С. Типы сезонных циркуляций атмосферы над Евразией и Атлантикой. «Метеорол. и гидрол.», 1936.

Макаров С. О. «Витязь» и Тихий океан. СПб., 1894.

Мультановский Б. П. Основные положения для деления Европейской России на районы по воздействиям полярного центра действия атмосферы. Изв. Гос. Геогр. о-ва, № 3, 1920.

Погосян Х. П. Сезонные колебания общей циркуляции атмосферы. Труды Центр. ин-та прогнозов, вып. 1(28). М. — Л., 1947.

Покровская Т. В. Потепление климата на севере Тихого океана. «Метеорол и гидрол.», № 5, 1946.

Рубинштейн Е. С. К проблеме изменения климата. Труды научно-исслед. учреждений, серия I, вып. 22. «Метеорология», Главн. Геофизич. обсерватория, М.—Л., 1946.

Рыкачев М. Суточный ход температуры воздуха между тропиками в океанах. Зап. имп. АН, № 1, СПб, 1893.

Рыкачев М. Типы путей циклонов в Европе по наблюдениям 1872—1887 гг. Зап. имп. АН, т. III, № 3, 1896.

Харитонов Д. Г. Гидрометеорологическая характеристика северной части Атлантического океана. Труды ГОИН, вып. 9(21), М.-Л., 1948.

Хромов С. П. Основы синоптической метеорологии, 1948.
Хромов С. П. Новые карты фронтальных зон. «Метеор. и гидрол.», № 8, 1940.
Хромов С. П. К вопросу о трансформации тропических циклонов в умеренных широтах. «Метеорол. и гидрол.», № 4, 1940.
Шокальский Ю. М. Океанография. Петроград, 1917.
Яковлев А. Климатический очерк Северной Маньчжурии. Харбин, 1934.
Atlas of climatic charts of the oceans. Mc. Donald. Washington, 1938.
Atlas of American Agriculture. Part. II. Washington, 1936.
Banerji S. On the cyclones of the Indian Seas, 1924.
Bauer G. Luftzirkulation und Niederschlagsverhältnisse in Vorderasien. «Gerb. Beitr. z. Geoph». 1935.
Barkow E. Uber die Meteorologie des südlichen Rossmeeres. „Ann. d. Hydr". 1916.
Beelitz P. Die Haupttypen des jährlichen Ganges der Niederschläge in Europa. „Met. Zeit". 1934.
Berry F., Bollay E., Peers, N. Handbook of Meteorology. 1945.
Bliss E. A study of rainfall in the West Indies. „Quart. Journ. of R. Met. S.". 1930.
Brooks C. The climate and weather of the Falklands islands. „Geoph. Mem". 1920.
Brooks C. Climatic changes in Greenland. „Met. Mag". 1930.
Brooks and others. Climatic maps of North America. Cambridge, 1936.
Brooks and Mirrelees. The meteorological resalts of journeys in the southern Sahara. „Geogr. Mem." 1929.
Bruzon E. Atlas Indochin Française. „Serv. meteor". Paris, 1931.
Byers H. R. The air masses of the North Pacific. 1934.
Chapman B. The climate regions of China. Nanking, 1931.
Clayton H. World weather records. Washington, 1934.
Clerget M. Les types du temps en Mediterranee. „Ann. Geogr". 1937.
Coching-Chu. Climatic regions of China. Nanking, 1929.
Coching-Chu. The Chinese rainfall. Nanking, 1935.
Daily synoptic Series Historical weather Maps Northern Hemisphere.
Daily weather chartes of the North Pacific ocean. 1923, 1924.
Day P. The daily, monthly and annual normals of precipitation in the Unites States. „Monthly Weather Rev". 1930.
Desai B. N., Mal S. Vertikal Structure of the Surface of discontinuity between the continental and the monsoon air masses in the premchsoon period. Beitr. z. Geophys. V. 40, 1933.
Easton C. Les hivers dans l'Europe Occidental. 1928.
Eredia F. I climogrammi d'Italia. Roma, 1928.
Eredia F. Le regime des pluies et de la temperature dans la Somae Italienne. „La Meteor". 1936.
Eschart E. Die Ströming der Luft über Afrika. Berlin, 1941.
Ficker H. Untersuchungen über die meteorologischen Verhältnisse der Pamirgebiete. 1919.
Ficker H. Die Passatinversion. „Veröffentlichungen des Meteorol. Inst. d. Univ". Berlin. 1936.
Fitton E. The climates of Alaska. „Monthly Weather Rev". 1930.
Fridmann I. Bewölkung und Sonnenschein des Mittelmeergebietes. „Arch. Deutsch. Sedw". 1920.
Geiger R. u. Zier H. Köppens Klimazonen und die Vegetationsonen von Africa. 1931.
Gherzi. Air masses Acting over China. „Beitr. z. Phys. d. fr. Atm." 1936.
Glasspoole J. Summary of Indian rainfall. „Met. Mag". 1930.
Goetz E. The rainfall of Rhodesia. London, 1909.
Hacker H. Die Klimaprovinzen von Niederländisch Indien. „Met. Zeit»., 1936.

Handbuch der Klimatologie. Herausgegeben von W. Köppen u. R. Geiger. Bd. II, III, IV, V (1930—1939).
Hann J. Handbuch der Klimatologie. Bd. II u. III. 1911.
Hebner E. Die Dauer der Schneedecke in Deutschland. Stuttgart, 1928.
Hellmann G. Die Sonnenscheindauer in Deutschland. Berlin, 1922.
Hettner A. Die Klimate der Erde. 1930.
Iven H. Klima von Kabul. „Geogr. Woch". 1933.
James, Miller, Homer. Extratropical cyclogenesis in the pacific coastl region of Asia. „The Journ. of Met". 1947.
Kendrew W. G. The climates of the continents. Oxford, 1937.
Kerner F. Temperatur und Regenmessungen aus Peru. „Met. Zeit", 1917.
Kirkpatrick B. Panama climate. «Monthly weather Rev». 1923.
Knoche W. Beobachtungen auf der Fahrt von der Sierra Ekuadors. „Ann. Hydr". 1934.
Knox A. The climate of the continent of Africa.
Koeppe C. The canadian climate. Bloomingtom, 1931.
Köppen W. und Geiger R. Klimakarte der Erde. Gotha, 1928.
Köppen W. Ursachen der Trockenheit Nordwest-Indiens. „Met. Zeit". 1932.
Köppen W. Die Ursache des Trockengebietes an der Nordküste von Südamerica. „Met. Zeit". 1932.
Köppen W. Klima der Halbinsel Santa Elena (Ekuador). „Ann. Hydr". 1934.
Lauscher F. Von Klima der Parckeiszone. „Met. Zeit". 1934.
Loewe Tr. Das Klima von Adelienland (Südpolargebiet). „Met. Zeit". 1935.
Mainardus W. Neue mitteltemperaturen der höheren südlichen Breiten. Göttingen, 1925.
Mengel M. Extension du mistral en Méditerranée. «La Meteor». 1934.
Mitchell A. and Ensigh M. The climate of Florida. Gainesville, 1928.
Monatskarten für den Nordatlantischen Ozean. „Deutsch. Seewarte". 1939—1940.
Mohn H. Atlas de climat de Norvege. „Geophys. Publ". Kristiania, 1921.
Monthly Meteorological charts of the Eastern Pacific ocean. „Meteorological office". London, № 446.
Monthly Meteorological charts of the Western Pacific ocean. „Meteorological office». London, № 422.
Monthly Meteorological charts of the Indian ocean. „Meteorological office». London.
Mossman R. Cloud amount in Brazil and Chille. „Quart. Journ. of R. Met. S". 1920.
Okada T. The climate of Japan. Tokyo, 1931.
Paap W. Die Niederschlagsverhältnisse der Ostafrica. Berlin. 1934.
Page I. Climate of Mexico. „Monthly Weather Rev". 1929.
Peppler A. Die Schneedecke in Schweden „Zeit. f. angew. Met". 1932.
Perret R. Le climat du Sachara. „Ann. Geogr". 1935.
Petitjean M. La depression saharienne. „La Meteor". 1928.
Poisson Ch. Sur la formation de typhons à Madagascar. Tanarivé, 1934.
Prescott I. The climate control of the Australia deserts. Melbourne, 1936.
Ramanathan K. R. Structure and muvement of storm in the Bay of Bengal. 1928.
Ramanathan K. R., Banerjee. A study of two premonsoon Storms. Poona, 1931.
Reed W. Climatological data for the tropical islands of the Pasific ocean. Washington, 1927.

Reed W. Climatological data for central America. „Monthly Weather Rev". 1923.
Reed W. Climatological data for the West Indian islands. „Monthly Weather Rev". 1926.
Reed W. Climatological data for Northern and Western tropical South America. „Monthly Weather Rev". 1928.
Reed W. Climatological data for Southern South America. «Monthly Weather Rev". 1929.
Regula H. Druckschwankungen und Tornados an Westküste von Africa. „Ann. Hydr". 1936.
Richardson R. W. Winter air mass convergence over the North Pacific. 1936.
Roschkott A. Der Schirokko in Italien. „Met. Zeit". 1935.
Salter C. The rainfall ot the Brit. isles. London, 1921.
Schmidt H. Der jährliche Gang der Niederschläge in Africa. „Arch. Deutsch. Seew". 1928.
Schott G. Nachtrag zu dem Aufsatz die Grundlage einer Weltkarte der Meeresströmungen. «Ann. der. Hydr. u. Marit. Met.». 1943.
Schott G. Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg, 1942.
Schott G. Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. Hamburg, 1935.
Schott G. Der Peru-Strom. „Ann. d. Hydr". 1931.
Schubart. Praktische Orkankunde. Berlin, 1934.
Schwicker H. Verlauf eines Wintertages an der Küste von Niederkalifornien. „Ann. Hydr". 1936.
Semmelhack W. Temperaturkarten der Iberischen Halbinsel. „Ann. Hydr". 1932.
Semmelhack W. Die Staubfälle im nordwestafricanischen Gebiet des Atlantischen Ozeans. „Ann. Hydr". 1934.
Slanar H. Klimabeobachtungen aus Zentral-Island. „Met. Zeit". 1933.
Sutton L. The climate Helwan. Cairo, 1926.
Sutton L. The climate of Khartum. Cairo, 1923.
Sutton L. The upper currents of the atmosphere in Egypt and the Sudan. Cairo, 1925.
Sverdrup H. Der nordatlantische Passat. Leipzig, 1917.
Thraen A. Der Niederschlag in Europa. „Zeit. f. ang. Met". 1936.
Vogel H. Die atmosphärische Zirkulation über Australien. München, 1929.
Wallen A. Climate of Sweden. Stockholm, 1930.
Weather in the Indian ocean. London. 1941—1942.
Weather in the North Eastern Atlantic. London. 1943.
Weickmann L. Luftdruck und Winde im östlichen Mittelmeergebiet. München, 1925.
Weickmann L. Zum Klima der Türkei. Leipzig, 1926.
Wien K. Witterungsverlauf im Afrikanischen Wüsten-und Steppenklimagebiet am Roten Meer. „Ann. Hydr". 1935.
Willet H. American air mass properities. Cambridge, 1933.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Глава I. Введение. Широтные климатические пояса и основные типы климата 7

Глава II. Климатические области Европы 40

Глава III. Климатические области Азии 74

Глава IV. Климатические области Африки 113

Глава V. Климатические области Австралии 147

Глава VI. Климатические области Ю. Америки 164

Глава VII. Климатические области Центральной и Северной Америки 185

Глава VIII. Климатические области Атлантического океана 215

Глава IX. Климатические области Индийского океана . . . 259

Глава X. Климатические области Тихого океана 286

Глава XI. Климатические области Арктики 323

Глава XII. Южный океан и Антарктида 343

Редактор *Ю. А. Демидович*
Редактор карт *Н. С. Кузнецов*
Технический редактор *С. М. Кошелева*

Сдано в производство 20/IX 49 г. Подписано к печати 8/II-50 г. Т 01727. Формат 60×92/16. Тираж 7.000 экз. Печатных листов 22. Уч.-изд. 24,57. Цена 12 р. 50 к. Переплет 2 р. Заказ № 1944.

3-я типография «Красный пролетарий» Главполиграфиздата при Совете Министров СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.